



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم

Abdelhamid Ibn Badis University - Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculty of Sciences and Technology

قسم هندسة الطرائق

Department of Process Engineering



Department of Process Engineering

The Date

Ref :...../U.M/F.S.T/2023

قسم هندسة الطرائق

التاريخ:

رقم:..... / ج. م. ك. ع. ت. // 2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DEMASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie Chimique

Thème

**Etude Par MSP De La Stabilité Du Processus De Production
D'essence Au Niveau De Raffinerie d'Arzew**

Présenté par

1-YEKHLEF Nebia

2-HALIMA RIHOUM Atika

Soutenu le 18/06/ 2023 devant le jury composé de :

Président :	Mme. MEKIBES Zohra	Grade : Dr	Université de Mostaganem
Examineur :	Mme. DOUARA Nadia	Grade : MCP	Université de Mostaganem
Rapporteur :	Mme. MOUSSA Nawel	Grade :MAA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2022/2023

Résumé

La valeur énergétique de l'essence le rend un produit de haute importance mondiale, sa production subit au cours de temps des améliorations importantes afin de répondre rapidement à la demande croissante par un produit stable répond aux normes internationales et aux exigences du marché mondiale.

Dans cette démarche ; Notre étude a lieu et elle avait comme objectif le suivi et l'étude du processus par MSP qui sert à vérifier en contenu si le processus est stable, maîtrisé et capable de donner un produit conformes aux exigences fixées durant la période de production. Il donne en conséquence la possibilité d'intervenir sur le processus avant d'avoir des produits non conformes.

المخلص

قيمة الطاقة للبنزين تجعله منتجًا ذا أهمية عالمية عالية، وقد شهد إنتاجه تحسينات كبيرة بمرور الوقت من أجل تلبية الطلب المتزايد بسرعة على منتج مستقر يلبي المعايير الدولية ومتطلبات السوق العالمية .

في هذه الاطار؛ تتم دراستنا وهدفها هو مراقبة ودراسة العملية بواسطة MSP، والتي تُستخدم للتحقق في المحتوى ما إذا كانت العملية مستقرة وخاضعة للرقابة وقادرة على إعطاء منتج يتوافق مع المتطلبات المحددة خلال فترة الإنتاج. لذلك فهو يعطي إمكانية التدخل في العملية قبل الحصول على منتجات غير متوافقة.

Abstract

The energy value of gasoline makes it a product of high global importance, its production has undergone significant improvements over time in order to quickly meet the growing demand for a stable product that meets international standards and the requirements of the global market.

In this process; Our study takes place and its objective was to monitor and study the process by MSP, which is used to verify in content whether the process is stable, controlled and capable of giving a product that complies with the requirements set during the production period. It therefore gives the possibility of intervening in the process before having non-compliant products.

Remerciement

Tout d'abord nous remercions Allah qui nous a donné la chance, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à Mme.N. MOUSSA promotrice pour sa soutient et pour son aide durant la préparation de mémoire.

Nous remercions chaleureusement mesdames les membres du jury Mme.Z.MEKIBES la présidente et Mme.N.DOUARA l'examinatrice, d'avoir accepté de consacrer de leur temps pour juger ce travail.

Nous remercions en particulier tous l'équipe d'administration, l'équipe de division de laboratoire et les ingénieurs de zone 4 et 28 de raffinerie d'Arzew.

Un grand merci à tout le corps d'enseignant département Génie des Procédés « option Génie Chimique ».

Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

A ma chère maman,

Aucune dédicace ne peut exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

A mon cher papa,

Merci d'être toujours à mes côtés, merci pour tous tes efforts et soutien, merci de m'avoir amené ici et grâce à toi et maman je suis ce que je suis aujourd'hui.

A mes chères sœurs,

Aïcha, Hind, Aya, mon petit frère Abdelkader, ma cousine Nadjet et ma chère nièce Tasnim.

Et un grand remerciement à ma chère binôme et sœur Biya.

Aïcha

Dédicace

Tout d'abord je voudrais remercier mon amour ma vie ma force mon papa j'aimerais que tu sois ici avec moi et me regarde, je voudrais dire que tu es dans mon cœur papa je t'aime. Que dieu te garde dans ses vastes paradis.

Je passe à la plus belle maman la plus forte femme qui j'ai connue dans ma vie, ma mère tu es le papa et la maman dans le même temps, t'as sacrifiée malgré tous les mauvaises périodes, tu es ma source de ma sourire je tiens de remercier toi maman je t'aime.

À mes chères sœurs et frères je voudrais dire Merci pour tout votre amour et aides.

Et en fin je remercie mon binôme et ma sœur Arika.

Nebia

Sommaire

Introduction	1
I. Chapitre : Généralités sur le pétrole.....	3
I.1 Généralités sur le pétrole	3
I.2 Origine du pétrole brut	3
I.3 Composition du pétrole	4
I.3.1 Hydrocarbures paraffiniques (alcanes)	5
I.3.2 Hydrocarbures naphthéniques.....	5
I.3.3 Hydrocarbures aromatiques	5
I.4 Classification du pétrole	6
I.4.1 Classification selon la méthode industrielle	6
I.4.2 Classification selon la méthode technologique	7
I.5 Le raffinage de pétrole.....	7
I.6 Le raffinage en l'Algérie	7
II. Chapitre : Généralités sur l'essence	8
II.1 Définition d'essence	8
II.2 Composition des essences	8
II.3 Formulation des essences	8
II.4 Caractéristiques de l'essence	9
II.4.1 Volatilité.....	9
II.4.2 Indice d'octane	9
II.5 Spécifications des essences	10
III. Chapitre : Raffinerie d'Arzew.....	11
III.1 Présentation de complexe	11
III.2 Situation géographique	11
III.3 Objectifs assignés du complexe.....	11
III.4 Organisation du complexe	12
III.5 La fabrication d'essence dans la Raffinerie d'Arzew	15
III.5.1 La zone des carburants	15
III.6 Domaine utilisation.....	20
IV. Chapitre : Maitrise Statistique des Processus	21
IV.1 Historique	21
IV.2 Définition de la MSP	21

IV.3	Les causes de variabilité d'un processus	21
IV.3.1	Causes « communes » ou « aléatoires »	22
IV.3.2	Causes « spéciales » ou « assignables »	22
IV.4	Les étapes de mise en place MSP	22
IV.4.1	Collecte des données	22
IV.4.2	Analyse des données (comportement processus)	22
IV.4.3	Evaluation des résultats	22
IV.4.4	Actions amélioration standardisation	23
IV.5	Rappel sur les statistiques	23
IV.5.1	Loi normale	23
IV.6	Les cartes de contrôle	24
IV.6.1	Les types des cartes de contrôle	25
IV.6.2	Interprétation d'une carte de contrôle	26
IV.7	La capacité d'un processus.....	27
IV.7.1	Indices de Capacité	27
V.	Chapitre : Partie expérimentale.....	29
V.1	Aperçu sur les paramètres étudiés	29
V.2	Suivi du processus de production d'essence.....	30
V.2.1	Suivi au niveau du procédé de distillation atmosphérique	30
V.2.2	Suivi au niveau du procédé de reformage	44
V.2.3	Suivi au niveau du procédé isomérisation	54
	Conclusion.....	64
	Références	66

Liste des figures

Figure I.1 : Le pétrole.	3
Figure I.2 : Image du sous -sol et la position du pétrole brut dans les roches.	4
Figure III.1 :le plan de la raffinerie d'Arzew.	14
Figure III.2 : Distillation atmosphérique.	15
Figure III.3 : Schéma de section hydrobon.	17
Figure III.4 :Schéma de section platforming.	19
Figure III.5 : Schéma de section PENEX.	20
Figure IV.1 :Courbe en cloche.	24
Figure IV.2 : Carte de contrôle.	26
Figure V.1 : Schéma de la distillation atmosphérique au niveau d'unité 11.	30
Figure V.2 : Carte de contrôle de la densité de LSRN.	32
Figure V.3 : Carte de contrôle de TVR de LSRN.	35
Figure V.4 : Schéma de distillation atmosphérique au niveau d'unité 11.	37
Figure V.5 : Carte de controle de la densité de HSRN.	39
Figure V.6 : Carte de contrôle de TVR de HSRN.	42
Figure V.7 : Schéma de reformage au niveau d'unité 12.	44
Figure V.8 : Carte de contrôle de la densité de PLAT.	46
Figure V.9 : Carte de contrôle de TVR de PLAT.	49
Figure V.10 : Carte de contrôle de NO de PLAT.	52
Figure V.11 : Schéma d'isomérisation d'Unité 17.	54
Figure V.12 : Carte de contrôle de la densité d'Isomérat.	56
Figure V.13 : Carte de contrôle de TVR d'Isomérat.	59
Figure V.14 : Carte de contrôle de NO d'Isomérat.	62

Liste des tableaux

Tableau III-1: Capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew.	12
Tableau IV-1: Indice de dispersion et indice de centrage.....	28
Tableau V-1: Suivi de la densité de LSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.	31
Tableau V-2 : Calcule de carte de contrôle de la densité de LSRN.....	32
Tableau V-3: Indice de capabilité de la densité de LSRN.	33
Tableau V-4: suivi de TVR de LSRN sur la période allons de juin à décembre 2022.	34
Tableau V-5: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de LSRN.	35
Tableau V-6: Indice de capabilité de TVR de LSRN.	36
Tableau V-7: Suivi de la densité de HSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.	38
Tableau V-8: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de la densité de HSRN.....	39
Tableau V-9 : Indice de capabilité de la densité de HSRN.....	40
Tableau V-10: Suivi de TVR de HSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.	41
Tableau V-11: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de HSRN.....	42
Tableau V-12: Indice de capabilité de TVR de HSRN.....	43
Tableau V-13: Suivi de la densité de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022.	45
Tableau V-14: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de la densité de PLAT.	46
Tableau V-15: Indice de capabilité de la densité de PLAT.	47
Tableau V-16: Suivi de la TVR de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022. ...	48
Tableau V-17: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de PLAT.	49
Tableau V-18: Indice de capabilité de la TVR de PLAT.....	50
Tableau V-19: Suivi de NO de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022.	51
Tableau V-20 : Calcule des paramètres de la carte de contrôle de NO de PLAT.....	52
Tableau V-21: Indice de capabilité de NO de PLAT.....	53
Tableau V-22: Suivi de la densité d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.	55
Tableau V-23: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de densité d'Isomérat.	56
Tableau V-24: Indice de capabilité de la densité d'Isomérat.	57
Tableau V-25: Suivi la TVR d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.....	58
Tableau V-26: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR d'Isomérat.	59
Tableau V-27: Indice de capabilité de la TVR d'Isomérat.....	60

Tableau V-28: Suivi de NO d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.	61
Tableau V-29: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de NO d'Isomérat.....	62
Tableau V-30: Indice de capabilité de NO d'Isomérat.....	63

Liste des abréviations

ASTM	American Society for Testing Materials.
BRI	Brut Importé Réduit.
CFR	Coopérative Fuel Research.
C_m, C_{mk}	Indices de capabilité machine.
C_{pk}, C_p	Indices de capabilité procédée.
D₄¹⁵	Densité à 15°C par rapport à l'état standard de l'eau à 4°C.
GPL	Gaz Pétrole Liquéfié.
HSRN	Heavy Straight Run Naphta.
HGO	Hight gasoil.
K_{u.o.p}	Universal Oil Products.
LSRN	Light Straight Run Naphta.
LGO	Light gasoil.
LCI	Limite de Controle Inférieure.
LCS	Limite de Controle Superieure.
LSI	Limite de Surveillance Inférieure.
LSS	Limite de Surveillance Superieure.
MSP	La Maîtrise Statistique des Processus.
NO	Octan Number.
RAT	Résidu Atmosphérique.
TVR	Tension de Vapeur Reid.

Introduction

Introduction

Les carburants d'origine pétroliers ont un impact socio-économique important et sont devenus indispensables à la vie quotidienne. Ils sont utilisés dans toutes les industries mécanisées comme énergie de base à cause de sa constitution énergétique.

Le pétrole, qui est la matière de base de ces carburants, contient des milliers de molécules différentes qu'il va falloir fractionner et transformer chimiquement pour obtenir des produits facilement utilisables. Le raffinage a pour fonction de transformer cette matière brute en un ensemble de produits pétroliers répondant à des spécifications précises dans des proportions correspondantes aussi bien que possible à la demande du marché.

L'industrie de raffinage met en œuvre des techniques de séparation et de transformation permettant de produire à partir du pétrole brut des produits commerciaux (gaz, essence, kérosène, gasoil, etc.....) [1].

Dans notre étude, nous avons étudiés comment le produit fini « essence » a été formulé au cours du processus de production, depuis la matière première qui est le pétrole jusqu'à ce qu'il devienne un produit fini prêt à la commercialisation tout en assurant une conformité aux normes et une stabilité dans le temps, ce qui exige d'avoir un suivi et un contrôle permanent bien détaillé. Alors et dans ce contexte nous avons posé la problématique comment la raffinerie peut garder la conformité en contenu de cet important produit ?

Pour cela, nous avons fait appel à la méthode de MSP (la Maîtrise Statistique des Processus). C'est quoi la MSP ?

La MSP est une stratégie préventive qui vise à amener le processus de fabrication au niveau de la qualité requise et à l'y maintenir. La norme NFX06-030 définit la MSP comme étant « un ensemble d'actions pour évaluer, régler et maintenir un processus de production en état de livrer tous ses produits conformes aux spécifications retenues ».

Pour cela, nous avons étalés notre étude sur deux principales parties, une partie théorique basée sur des recherches bibliographiques ; Et une partie expérimentale, basée sur les informations requises lors de notre stage pratique au niveau de la raffinerie d'Arzew-Sonatrach, en conséquence :

- La partie théorique a englobée 4 chapitres ; Le premier chapitre résume quelques généralités sur le pétrole brut ; Le deuxième chapitre concerne la formulation et les caractéristiques des essences ; Le troisième présente une vue générale sur la raffinerie d'Arzew ; Enfin, le quatrième expose les informations importantes sur la MSP.
- La partie expérimentale présente toutes les données empiriques collectées au cours du stage, les calculs et les discussions des résultats obtenus.

Et enfin, ce mémoire est clôturé par une conclusion générale qui comporte quelques perspectives et recommandations adaptées.

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS SUR LE PÉTROLE

I. Chapitre : Généralités sur le pétrole

I.1 Généralités sur le pétrole

Le pétrole brut est un liquide noir, quelques fois à reflets verdâtres et généralement plus léger que l'eau de densité varie entre $0,7 \div 0,9$. Il est plus ou moins fluide suivant son origine, et son odeur habituellement forte et caractéristique.

Le pétrole est constitué par un mélange complexe de très nombreux composés hydrocarbures pour la plus part, et souvent un peu des traces des composés oxygénés et azotés et un peu de soufre à l'état de combinaison organiques. On le rencontre dans les bassins sédimentaires, où il occupe les vides de roches poreuses appelées réservoirs. Les gisements de pétrole correspondent à une accumulation dans une zone où le réservoir présente des caractéristiques favorables et constitue un piège : la fuite du pétrole - moins dense que l'eau - est rendue impossible vers le haut par la présence d'une couverture imperméable (argiles, sel) et latéralement par une géométrie favorable (dôme anticlinal, biseau de sables dans des argiles) [1].



Figure I.1 : Le pétrole.

I.2 Origine du pétrole brut

Selon la théorie de l'origine organique du pétrole, ce dernier tire son origine des restes organiques, essentiellement d'organismes végétaux et animaux peuplant l'eau (plancton) ou le fond (benthos) des mers. La matière organique se serait accumulée au fond de la mer et mélangé à des sédiments fins formant avec eux le sapropel. La pression est développée au fur et à mesure par l'accumulation des sédiments au cours des temps géologiques, L'action des

bactéries en milieu réducteur, c'est-à-dire en absence d'oxygène, auraient petit à petit facilité la transformation de ce sapropel en pétrole.

Une fois le pétrole formé dans la roche mère il a été soumis à plusieurs forces : le poids exercé par les sédiments, les forces géologiques, les différences de densité avec l'eau salée qui l'accompagne. Le pétrole a donc tendance à migrer et à se frayer un chemin à travers les roches les plus perméables ou les fissures existant à l'intérieur de ces roches. Cette migration s'effectue généralement en montant à travers les sédiments, car, cela est dû à ce que la densité du pétrole est plus faible que celle de l'eau et à la présence fréquente du gaz dissous dans le pétrole. La migration du pétrole se trouve terminée lorsqu'il sera piégé dans les roches poreuses du sous-sol, imprégnant comme l'eau imprègne une éponge [2].

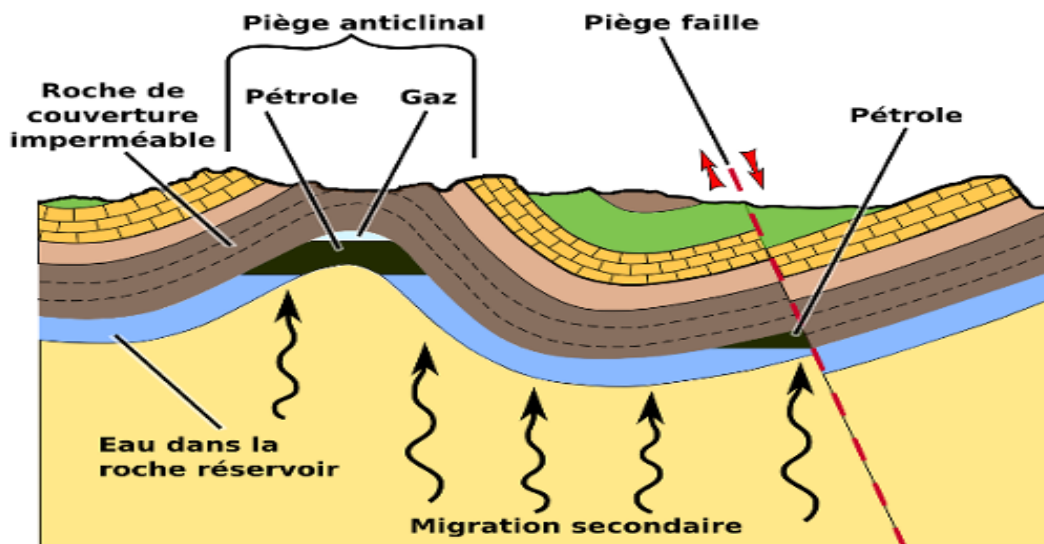


Figure I.2 : Image du sous -sol et la position du pétrole brut dans les roches.

I.3 Composition du pétrole

Les éléments essentiels qui composent le pétrole sont, le carbone (83 à 87%) et l'hydrogène (11 à 14%) qui forment les divers groupements d'hydrocarbures. Parmi les composants du pétrole on compte également des composés d'oxygène, de soufre et d'azote dont la teneur varie entre 1 % et 7 % en fonction de type du pétrole. On a pu constater la présence dans les cendres du pétrole de Cl, P, Si, As et les métaux K, Na, Fe, Ni et enfin presque tous les éléments du tableau périodique de MENDELIEVE. Les hydrocarbures contenus dans le pétrole appartiennent aux six groupements principaux suivants :

I.3.1 Hydrocarbures paraffiniques (alcanes)

Ce sont des hydrocarbures saturés de formules brute C_nH_{2n+2} et se sont :

Des gaz : (C1 à C4) : Qui peuvent être utilisés comme combustibles ménagers et industriels ou comme matière première pour la pétrochimie (pour l'obtention des alcools gras, noir de carbone ...etc.).

Des liquides (C5 à C16) : Dans les conditions normales de pression et de température) : ils font partie intégrante de l'essence, kérosène et de gasoil, mais ils peuvent être utilisés comme matière première pour la pétrochimie pour l'obtention des alcools gras et des acides gras et des détergents.

Des solides : (C17 et plus ; dans la température ambiante) : Ils font partie intégrante des paraffines et des résines.

I.3.2 Hydrocarbures naphténiques

Ce sont des hydrocarbures cycliques saturés de formule brute C_nH_{2n} . Le pétrole à base naphténiqne est utilisé pour l'obtention des huiles car ils possèdent un grand indice de viscosité, mais aussi ce sont des bons composants des carburateurs à cause de leur grand pouvoir calorifique.

Les propriétés des hydrocarbures naphténiques elles se trouvent comprises entre celles des paraffiniques et celles des aromatiques.

I.3.3 Hydrocarbures aromatiques

Ce sont des hydrocarbures cycliques non saturés de formule brute C_nH_n , le premier nombre de cette famille est le benzène. Le benzène est désiré dans les essences car il améliore son indice d'octane. Les hydrocarbures aromatiques à plus grande masse moléculaire se trouvent dans le kérosène et le gasoil et la majeure partie dans les huiles. Plus de ces trois principaux groupements il existe dans le pétrole :

➤ Les composés sulfurés

Pratiquement tous les pétroles contiennent des composés sulfurés et leurs teneurs varient largement d'un pétrole à un autre. Ils diminuent l'indice d'octane des essences et ils forment des gommages dans les essences, on les divise généralement en trois parties :

- * Les composés sulfurés à base d'acide (H_2S : acide sulfurés, RSH mercaptans), ils peuvent se dissoudre dans l'eau et donner l'acide sulfurique H_2SO_4 (corrosif).
- * Les sulfures et les polysulfures (R-S-R' sulfures, R-SS-R' polysulfures), Avec l'augmentation de température il y a formation de H_2S et R-SH.
- * Les composés sulfurés à grande masse moléculaire, se trouvent principalement dans les mazouts et les goudrons.

➤ **Les composés azotés**

Ils sont indésirables dans le pétrole et les produits pétroliers, ils sont toxiques pour les catalyseurs.

➤ **Les composés oxygénés**

Pratiquement tous les pétroles renferment des composés oxygénés, ce sont des homologues de phénol et des acides naphthéniques R-COOH qui se concentrent principalement dans les gasoils et les huiles. Les acides naphthéniques forment un bon additif pour les huiles (qui augmente la détergence), et peuvent être aussi utilisés comme engrais ou comme aliments des poulets [3].

I.4 Classification du pétrole

Le pétrole brut est classé selon trois méthodes :

I.4.1 Classification selon la méthode industrielle

Généralement, on classe le pétrole brut en fonction de la densité en quatre grandes catégories : Le pétrole léger $d_4^{15} < 0.825$, le pétrole moyen $0.825 < d_4^{15} < 0.875$, le pétrole lourd $0.875 < d_4^{15} < 1.000$, et le pétrole extra-lourd $d_4^{15} > 1.000$.

Le facteur de caractérisation K_{UOP} a été introduit par les chercheurs de la société « Universal Oil Products ». Le K_{UOP} des hydrocarbures purs examinés est alors de 13 pour les paraffines, 12 pour les hydrocarbures où le poids relatif des chaînes et cycles équivalent, 11 pour les naphthènes purs, 10 pour les aromatiques purs.

Selon la méthode chimique : d'après les familles des hydrocarbures dans le pétrole brut ; on distingue : pétrole paraffinique en (USA), Naphthénique en (Azerbaïdjan), paraffino-Naphthénique en (Algérie), Aromatique en Indonésie).

I.4.2 Classification selon la méthode technologique

Cette méthode consiste à connaître la teneur potentielle en soufre dans le pétrole et les fractions pétrolières :

- Les bruts peu soufrés avec moins de 0.5% poids de soufre.
- Les bruts soufrés avec une teneur en soufre comprise entre 0.5 et 2%.
- Les bruts très soufrés avec une teneur en soufre supérieure à 2% [4].

I.5 Le raffinage de pétrole

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

I.6 Le raffinage en l'Algérie

L'expansion des découvertes et l'exploitation des gisements de pétrole brut en Algérie à partir de 1957 ont permis de voir une stratégie de développement du domaine de raffinage depuis 1971 à 2016, la capacité de raffinage en Algérie a augmenté de 2.3 millions à 27 millions de tonnes.

L'Algérie dispose actuellement de six raffineries en cours d'exploitation (Alger, Arzew, Skikda (RA1K) et Topping condensat de Skikda, Hassi-Messaoud et Adrar. A ce jours l'Algérie pour répondre à la forte demande en produits pétroliers finis de, a procédé à des programmes de Réhabilitation des installations existantes afin d'augmenter en capacité de traitement de 27 millions de tonnes à 30.695 millions de tonnes [6].

Chapitre II

GÉNÉRALITÉS SUR L'ESSENCE

II. Chapitre : Généralités sur l'essence

II.1 Définition d'essence

L'essence est un liquide incolore ayant une odeur caractéristique comme elle peut être colorée en jaune, c'est un mélange d'hydrocarbures volatiles et inflammables ayant des points d'ébullition entre environ 30°C (point initial) et 215°C (point final) ; elle renferme des hydrocarbures de butane à décane [C4 - C10]. Ce liquide est traité de manière à atteindre un indice d'octane élevé, généralement entre 80 et 100. Les essences sont utilisées comme carburant issu du raffinage du pétrole qui peut alimenter un moteur thermique ou les moteurs à combustion interne à allumage commandé [7].

II.2 Composition des essences

Les essences ne sont pas de composition uniforme, Ce sont des mélanges d'hydrocarbures qui varient avec l'origine géographique du pétrole utilisé, Leur fabrication fait intervenir un grand nombre de constituants selon des proportions et qualité variables, notamment avec la structure du raffinage et la qualité des pétroles bruts traités, en moyenne nous trouvons dans l'essence :

- Une l'essence légère de première distillation
- Une l'essence de craquage, contenant en majorité des molécules insaturées oléfinique et aromatiques
- Une l'essence de reformage qui entre pour plus de la moitié dans la composition de l'essence, cette dernière est très riche en aromatique
- Du butane qui donne au carburant la pression de vapeur désirée Des additifs (plomb tetraethyl, MTBE) [8].

II.3 Formulation des essences

En effet les bases utilisées constituant le pool d'essences, peuvent être issues de diverses opérations unitaires. Ces bases ou ces coupes sont :

1. HSRN ou naphta lourd produit de la distillation atmosphérique.
2. LSRN ou naphta léger produit de la distillation atmosphérique.
3. l'ISOMERAT produit par l'unité d'isomérisation par traitement du LSRN.
4. Le BUTANE également produit de la distillation atmosphérique.

5. Le REFORMAT issu de l'unité de reformage catalytique par traitement du HSRN en vue d'augmenter son indice d'octane.

En plus de ces bases, s'ajoute un additif qui est le PTE plomb tétra éthyle qui permet d'améliorer l'indice d'octane de l'essence super et normal, et le MTBE pour les essences sans plomb.

Exemple de formulation d'essences normal :

Pour une quantité de 4000 m³ d'essence on utilise :

- 1800 m³ de LSRN.
- 400 m³ de HSRN.
- 1560 m³ de reformat.
- 240 m³ de butane [9].

II.4 Caractéristiques de l'essence

Les carburants sont soumis à des spécifications réglementaires caractéristiques de leurs aptitudes à la carburation. Fixant notamment la tension de vapeur, la distillation, le nombre d'octane et la teneur en soufre et en gommes.

II.4.1 Volatilité

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 (tension de vapeur et la distillation) de l'essence sont : la facilité de démarrage et la performance. Une essence très volatile se pulvérise plus facilement.

II.4.2 Indice d'octane

Cette caractéristique s'applique essentiellement aux carburants qui alimentent les moteurs à allumage commandé. Il a pour but de classer les carburants en fonction de leur résistance à la détonation. Par définition il correspond au pourcentage iso-octane dans un mélange d'iso-octane et d'heptane normal qui est utilisé pour un moteur CFR (cooperative

fuel research) fonctionnant dans les conditions normalisées, provoque la même intensité de détonation que l'essence testée [8].

II.5 Spécifications des essences

Chaque pays ou groupe de pays a des spécifications sur les carburants automobiles. Ces spécifications varient d'un pays à l'autre sur divers aspects allant du nombre d'octane, points de distillation, TVR, et même de composition.

Les modifications les plus importantes introduites pour l'essence sont :

- Elimination du plomb.
- Réduction de la teneur en benzène.
- Réduction de la teneur en aromatiques.
- Réduction de la teneur en oléfines.
- Réduction de la TVR.

La configuration du parc automobile algérien a conduit à la mise à la disposition du marché de trois types d'essences, deux grades d'essences avec plomb (normale et super) et un grade d'essence sans plomb [9].

Chapitre III

RAFFINERIE D'ARZEW

III. Chapitre : Raffinerie d'Arzew

III.1 Présentation de complexe

La raffinerie d'Arzew par sa diversité de production se classe au premier rang des complexes édifiés sur le territoire national.

Elle a été implantée dans le cadre quinquennal 1970-1973 troisième raffinerie du pays après celles d'Alger et de Hassi Messaoud. Construite par JGC (Japan Gasoline Company).

La raffinerie dispose d'une capacité de traitement de 3.75 millions de tonnes/an de pétrole brut saharien de HASSI-MESSAOUD et de 280.000 tonnes/an de brut réduit importé (BRI) pour satisfaire les besoins de consommations en carburants, lubrifiants, bitumes et aussi exporter les produits excédentaires (Naphta, Kérosène, Fiouls) [10].

III.2 Situation géographique

La raffinerie d'Arzew est implantée dans la zone industrielle à 2 km d'Arzew à environ 40km (Kilomètre) de la ville d'Oran.

Elle s'étend sur 170 hectares répartis comme suit : 150 hectares correspondants aux anciennes installations construites entre 1970 et 1973, et les 20 hectares restants correspondent aux installations nouvelles construites entre 1978 et 2013. Elle emploie plus de 1400 travailleurs, répartis selon leur spécialité [10].

III.3 Objectifs assignés du complexe

Troisième complexe de la région, par son importance, la raffinerie d'Arzew été conçu pour répondre aux impératifs suivants :

- Traiter le brut de Hassi Messaoud et le brut importé.
- Satisfaire la consommation croissante en carburants du marché national.
- Fabriquer des produits stratégiques à savoir les lubrifiants et les bitumes.
- Créer des industries en aval.

La raffinerie utilise le pétrole pour produire différents produits à savoir [10].

Tableau III-1: Capacités annuelles de production de la raffinerie d'Arzew.

Le produit	Quantité	La zone et leurs Unités
Propane	30 000 T	Zone 4/Unité13
Butane	92 000 T	Zone 4/Unité13
Naphta	450 000 T	Zone 4/Unité11
Kérosène	400 000 T	Zone 4/Unité11
Gas-oil	530 000 T	Zone 4/Unité11
Fuel (BTS)	540 000 T	Divers unités
Fuel (HTS)	50 000 T	Divers unités
Essence Normale	390 000 T	Zone28
Essence Super	103 000 T	Zone28
Huiles de base	130 000 T	Zone 7/Zone5
Huiles finies	150 000 T	Zone6 et Unité 3000
Graisses	1950 T	Zone6 et Unité 3000
Bitumes routiers	120 000 T	Zone 10/Unité 14
Bitumes oxydés	20 000 T	Zone 10/Unité 15

III.4 Organisation du complexe

D'une manière générale, la raffinerie d'Arzew est divisée en trois grandes parties :

- Unité de production.
- Unité de stockage.
- Zone administrative.

➤ Unité de production

Elle englobe les zones suivantes :

- **Zone 03 et 19** : Les utilités.
- **Zone 04** : Les carburants.
- **Zone 06 et unité 3000** : Les huiles.
- **Zones 05 et 07** : Les lubrifiants.

- **Zone 10** : Production des bitumes.

➤ **Unité de stockage**

Elle englobe les zones suivantes :

- **Zone 8A, 8B** : stockage intermédiaire des huiles de bases.
- **Zone 09** : brut et résidus.
- **Zone 11, 12, 13** : le brut provenant de « Hassi-Messaoud ».
- **Zone 16** : stockage du naphta ; d'eau brut pour incendie.
- **Zone 17** : stockage du kérosène ; essence de la première distillation.
- **Zone 18** : fuel pour mélange ; stockage du slop.
- **Zone 21, 22, 23** : carburants.
- **Zone 24** : gasoil.
- **Zone 25** : fuel.
- **Zone 26** : stockage GPL (Gaz Pétrole Liquéfié).
- **Zone 29** : stockage BRI (Brut Importé Réduit).

Zone administrative

- Zone 14 [10].

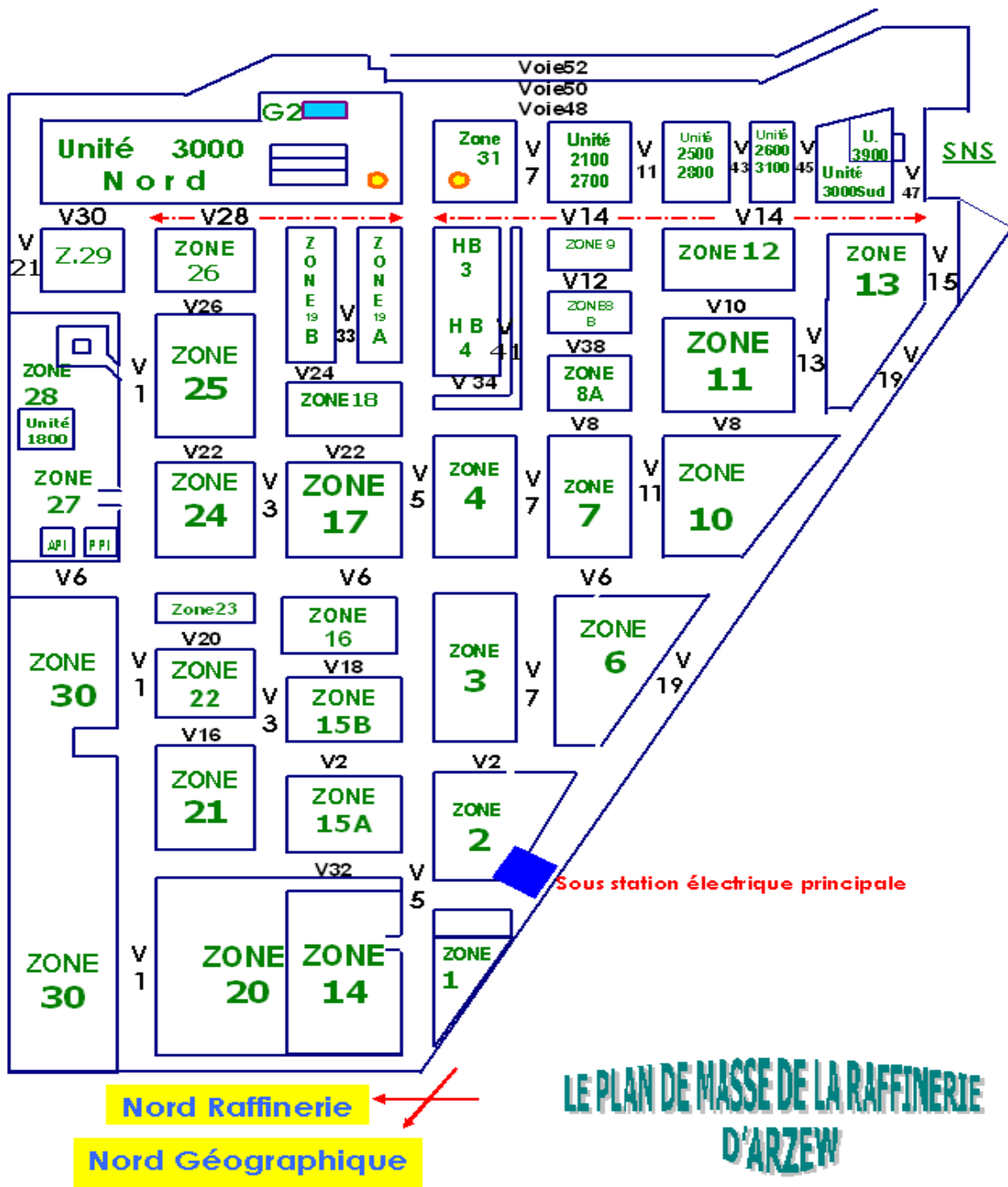


Figure III.1: le plan de la raffinerie d'Arzew.

III.5 La fabrication d'essence dans la Raffinerie d'Arzew

III.5.1 La zone des carburants

La zone 4 existe depuis la construction de la raffinerie d'Arzew. Cette unité a été conçue pour répondre à la progression importante et sans cesse croissante de la consommation carburant du marché national.

C'est la zone de fractionnement du pétrole brut en différentes coupes (GPL, LSRN (Light Straight Run Naphta) NAPHTA, LGO (Light Gasoil), HGO (Hight Gasoil)) ; donc c'est l'unité principale du complexe qui traite le pétrole brut Algérien. Elle comprend quatre unités.

III.5.1.1 Unité 11 : Distillation atmosphérique

La distillation est le plus ancien procédé du raffinage, c'est un procédé de séparation, élémentaire en cascade, elle permet d'obtenir à partir d'un mélange de plusieurs constituants des fractions différenciées par une ou plusieurs propriétés physiques. En utilisant la chaleur (température) comme agent de séparation, cette opération consiste à fractionner le pétrole brut en une série de coupes élémentaires (gaz, essence légère, essence lourde, kérosène, gas-oil et résidu). Presque tous les produits pétroliers doivent être désulfurés, l'élimination de soufre dans le brut étant nécessaire pour que le carburant ne soit pas port d'odeur et que la combustion des hydrocarbures se passe sans dégagement des fumets dans l'atmosphère.

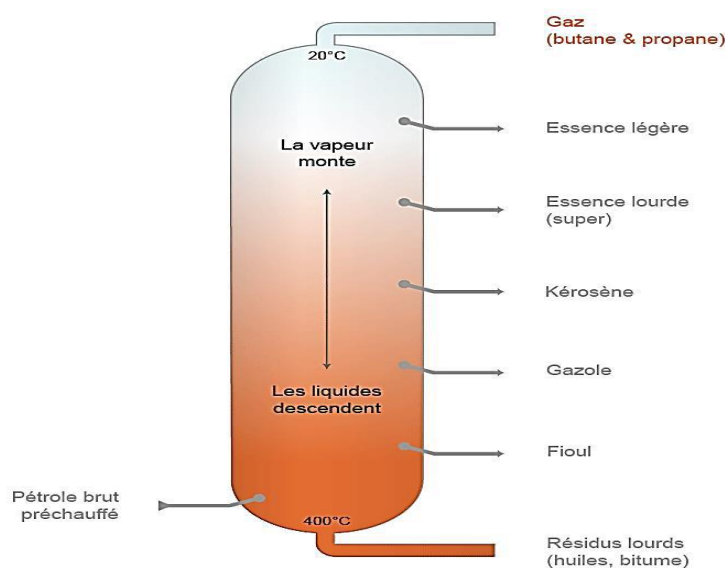


Figure III.2: Distillation atmosphérique.

L'unité 11 est composée de deux sections :

- **Section Fractionnement principale**

Dans la colonne 11C1 de distillation atmosphérique, le brut est fractionné à une température de 332°C. La température est atteinte par un chauffage de la charge à travers une batterie d'échangeur de chaleur ayant comme reflux les produits soutirés depuis le four 11FI.

Ces produits soutirés latéralement (kérosène, LGO, HGO) sont refroidis puis stockés.

Le produit de fond de colonne RAT (Résidu Atmosphérique) après refroidissement et stockage sert comme charge pour la production des huiles de base.

Les vapeurs de tête de colonne sortants au sommet sont refroidis, condensés pour alimenter la section de stabilisation.

- **Section stabilisation :**

A pour but la séparation des produits sortants au sommet de 11C1 en essences LSRN et HSRN (Heavy straight Run Naphta) dans une colonne 11C5.

Le HSRN sort du fond de la colonne, par contre les gaz sortants au sommet sont refroidis, condensés et se divisent en deux lignes, l'une sert comme reflux de la 11C5, l'autre alimente le stabilisateur 11C6 pour les produits LSRN.

Les gaz de la 11C6 qui sont riches en GPL alimentent l'unité de gaz plant (U13), la partie non condensée du ballon de reflux 11D6 est strippée dans la 11C7 avec le gaz de l'unité 12 et de l'unité 13 Le sommet de l'absorbeur 11C7 est envoyé comme gaz combustible et le fond est recyclé vers 11C5.

III.5.1.2 Unité 12 : Reformage catalytique

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

Le but du reformage est de convertir les constituants à indice d'octane trop faible (n-paraffines, naphthènes) en aromatiques dont les indices d'octane sont supérieurs à 95.

Le Naphta lourd HSRN est traité dans cette unité afin de produire une base de carburant à indice d'octane élevé. L'unité 12 se compose en deux sections :

• Section hydrobon :

Destinée à transformer et éliminer les composants indésirables qui constituent un poison pour le catalyseur du platforming (Soufre, Azote...) par hydrogénation, et en même temps à saturer les oléfines pour obtenir des produits de haute qualité.

Le réacteur d'hydrobon 12R1 est chargé avec un catalyseur S9 à base de Cobalt/Molybdène sur un support d'Alumine Al_2O_3 . Le HSRN est mélangé à un gaz riche en hydrogène s'écoulant de l'unité de platforming, la charge subie un préchauffage au niveau des échangeurs 12E1A/B/C avant d'entrer dans le four 12F1 où sa température atteint $350^{\circ}C$, elle est envoyée ensuite vers le réacteur Hydrobon 12R1 où se produisent les différentes réactions chimiques (désulfuration, dénitrification, ...). L'effluent du réacteur est recueilli au niveau du séparateur hydrobon 12D1 le gaz riche en hydrogène du 12D1 est envoyé vers les unités d'hydrofinishing des huiles (U25 et U500), tout le liquide sortant de la tête du stripeur 12C2 est envoyé vers la 11C5 pour être retraité à l'exception du reflux, les gaz de tête 12 FR3 sont envoyés vers la 11C7 et le fond de la 11R2 est chauffé dans le four 11F1 puis envoyé vers la section platforming comme charge (Unifinat).

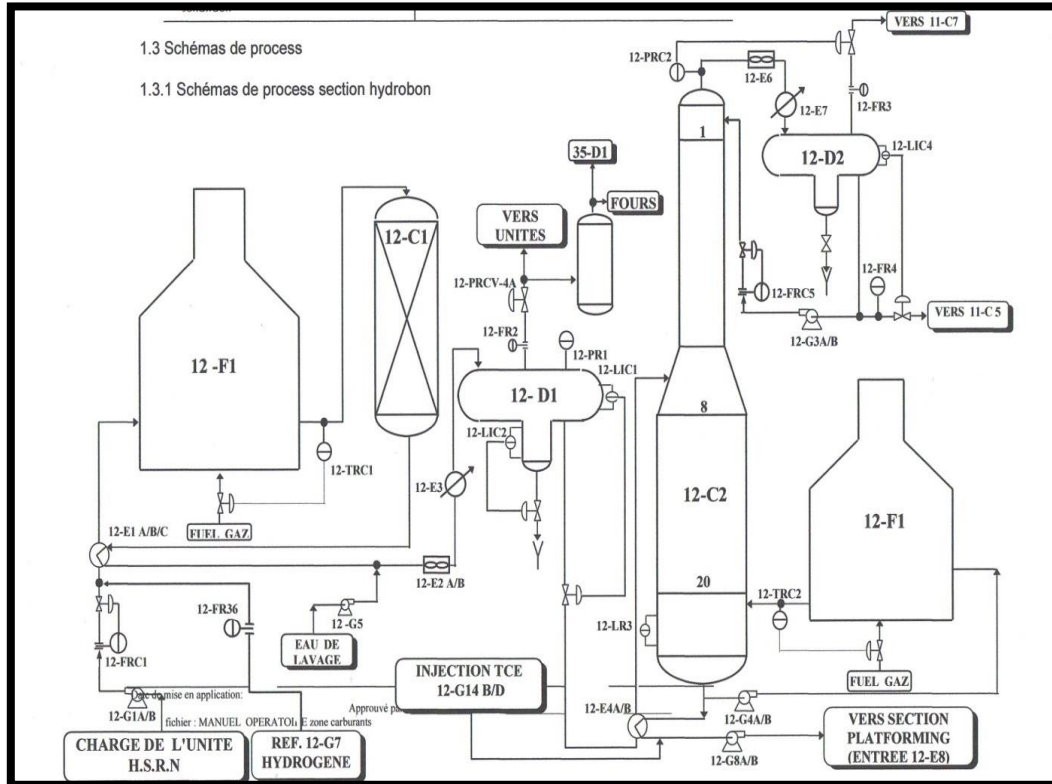


Figure III.3: Schéma de section hydrobon.

- **Section platforming :**

Le platforming est un procédé catalytique où on emploie un catalyseur sélectif afin de transformer, en présence d'hydrogène, l'unifinat en produit de base de meilleure qualité pour la fabrication des essences appelée reformat. Les réacteurs du platforming 12R1, R2, R3 sont chargés avec un catalyseur bimétallique nommé R86 à base de platine et rhénium à fonction acide sur un support d'Alumine Al_2O_3 .

Afin de maintenir la fonction acide du catalyseur le Trichloréthylène est injecté en continu mais à très faible débit 0,5 à 1,5 ppm par rapport à la charge.

La charge chauffée à la température requise, est envoyée successivement dans les trois réacteurs de platforming. Il est à noter que la température de sortie de four est en fonction de l'indice d'octane désiré, et qu'elle est au maximum égale à $530^{\circ}C$, les réactions qui se produisent dans les réacteurs étant endothermique, la charge doit être réintroduite dans le cycle four situé entre les réacteurs 12R3, 12R4, 12R5.

Dans le réacteur 12R3 s'opère la déshydratation des naphènes ensuite dans le 12R4 se déroule l'isomérisation et la cyclisation des paraffines, dans le dernier 12R5 l'hydrocraquage des paraffines a eu lieu, en plus des réactions se produisent dans le réacteur 12R4, l'effluent du réacteur 12R5 est envoyé vers le séparateur 12D5, le gaz de tête du séparateur essentiellement de l'hydrogène est aspiré par le compresseur 12G7 et est utilisé comme gaz de recyclage, une certaine quantité est envoyée vers l'hydrobon et l'excès vers le ballon 12D8. Le liquide recueilli au fond du séparateur constitue le platformat non stabilisé, passe dans le débutaniseur 12C6 et condensé dans le receveur 12D6, une partie de ce dernier est envoyée comme reflux et le reste est envoyé vers l'unité de récupération des gaz (Unité 13) pour séparer le Propane et le Butane.

Le gaz de tête provenant du 12D6 ainsi que celui issu du 12D2 de la section d'hydrobon sont envoyés vers l'absorbeur 11C7 du Topping.

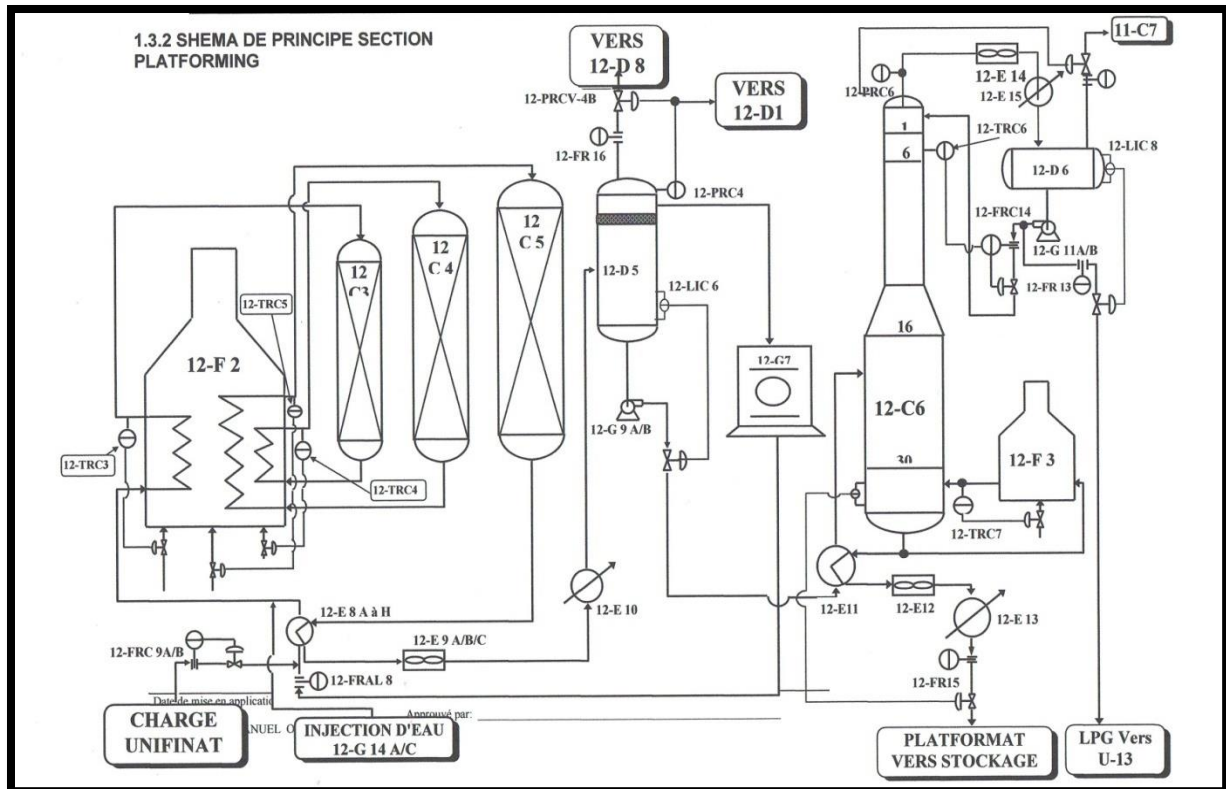


Figure III.4:Schéma de section platforming.

III.5.1.3 Unité 13 : Fractionnement des gaz propane et butane

Réservoir tampon de GPL 13D1 reçoit la charge, à ce niveau le gaz est séparé tandis que le liquide réchauffé à 75°C est chargé dans le 12ème plateau de débutaniseur 13C2 où s'effectue à une pression de 34.8 Kg/cm² la séparation de la charge en propane, butane et composants légers. Le dépropaniseur garni de 40 plateaux, reçoit le fond du 13C2, comme charge introduite à 121°C, la vapeur sortante de tête est refroidie dans le condenseur 13E5A/B puis passe dans le receveur de tête 13D3 d'où une partie est envoyée comme reflux de tête et le reste est dirigé vers les sphères de stockage du propane (T406, T407). Le butane recueilli au fond à 108°C est refroidi en passant par 13 E 1 puis dans le réfrigérant à eau 13E4, en fin il est envoyé vers les sphères de stockage (T 409, T 410, T 411).

III.5.1.4 Unité 17 : Procédé d'isomérisation PENEX

Le processus PENEX est spécialement conçu pour l'isomérisation catalytique continue de naphta léger (C5 et C6). Les réactions prennent place dans une atmosphère hydrogénée sur un lit catalytique fixe et dans des conditions opératoires favorisant l'isomérisation et minimisent l'hydrocraquage.

Les conditions opératoires sont moins sévères et sont assurées par une pression modérée avec une basse température d'où la conversion maximale des n-paraffines en iso paraffines possédant un indice d'octane élevé.

Cela nécessite un recyclage vers le réacteur des composants ayant un indice d'octane bas dans le cas où la charge à traiter est en grande quantité [10].

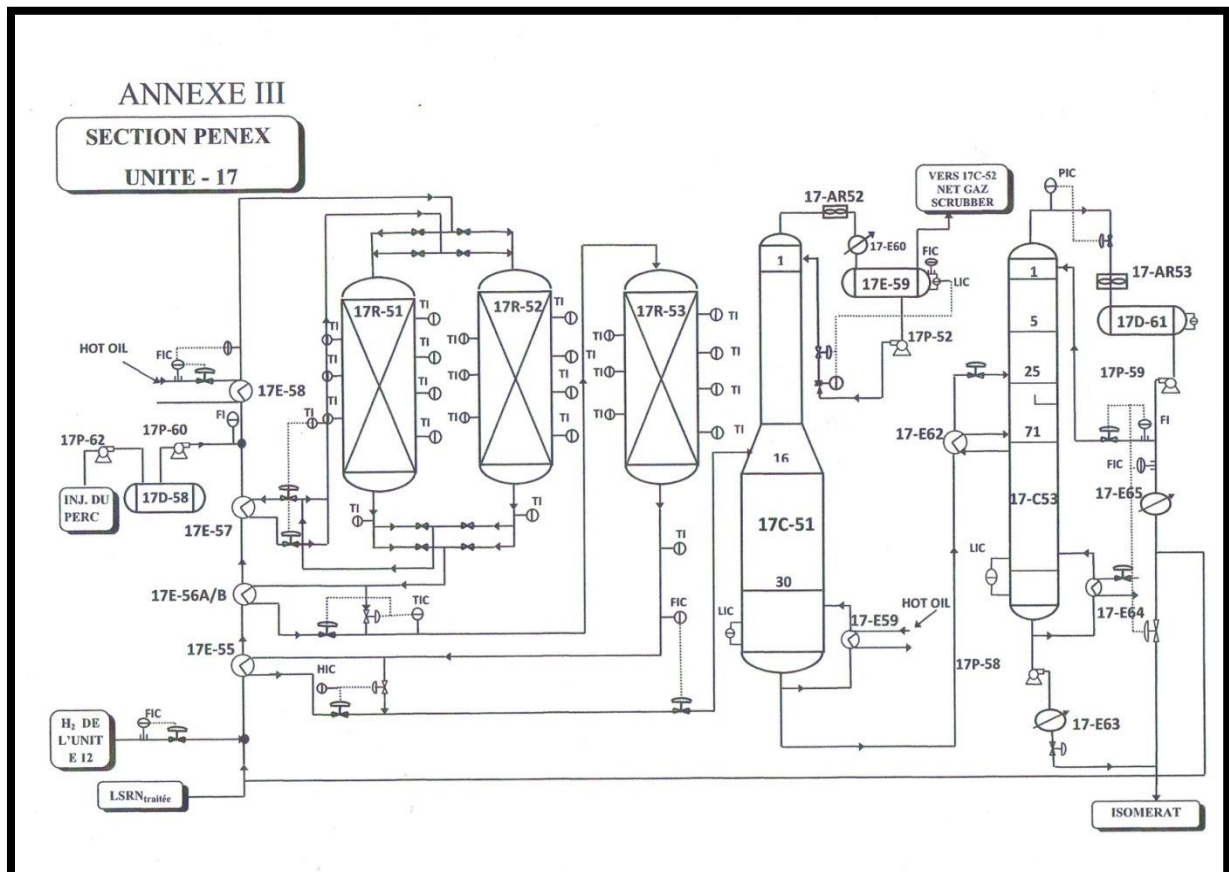


Figure III.5: Schéma de section PENEX.

III.6 Domaine utilisation

L'essence sans plomb est un carburant pour les moteurs (moteurs à explosions à allumage commandé) dont l'usage principal est le transport (automobiles, motos, bateaux de plaisance) [11].

Chapitre IV

MAITRISSÉ STATISTIQUE DE
PROCESSUS

IV. Chapitre : Maitrise Statistique des Processus

IV.1 Historique

La Maîtrise Statistique des Processus (MSP) ou Statistical Process Control (SPC) apparut aux Etats Unis dans les années 1930, réunit un ensemble de méthodes mathématiques permettant de surveiller et d'améliorer un processus de production. Développés dans un premier temps dans le domaine militaire, ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale, lors de la généralisation des normes militaires à l'industrie, que les experts japonais ont adapté ces outils dans le domaine de la qualité en entreprise. L'apparition de la Maîtrise Statistique des processus (MSP) en Europe débuta à partir de la fin des années 70, poussée par les effets de la mondialisation des échanges et de l'accroissement de la concurrence internationale. De nos jours, ces méthodes sont utilisées dans de nombreuses industries pour la maîtrise des processus de production, pour la détection et la prévention des défauts, et constituent une étape importante de démarche de qualité orientée vers le « zéro défaut » [12].

IV.2 Définition de la MSP

Il s'agit d'une méthode préventive de gestion de la qualité qui vise à amener le processus au niveau de qualité requis et à l'y maintenir grâce à un système de surveillance basé sur une analyse statistique. L'analyse étant réalisée au cours de l'élaboration du processus, elle va ainsi permettre d'anticiper les dérives (à l'aide des cartes de contrôle) et d'appliquer des actions correctives avant de produire des valeurs hors tolérances. La MSP fait donc évoluer le contrôle d'une méthode a posteriori (contrôle du produit fini) à une méthode d'anticipation (contrôle en cours d'élaboration) et s'inscrit dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue de la qualité [13].

IV.3 Les causes de variabilité d'un processus

La maîtrise statistique des procédés (MSP) permet de faire la différence entre les causes « Communes » dues à des variations « normales » aléatoires du procédé et les causes « Spéciales » assignables à un dérèglement des paramètres opératoires. Ces dernières nécessitent d'être corrigées avant que les produits obtenus soient hors tolérance et de réduire ainsi les coûts de non-qualité.

IV.3.1 Causes « communes » ou « aléatoires »

Ce type de cause entraîne des variations aléatoires des paramètres de procédé de production, dues entre autres à l'incertitude de mesure ou à un grand nombre de variations de multiples paramètres contrôlant le procédé. Par définition, ces causes sont intrinsèques au procédé de production et expliquent la distribution en forme de « cloche ».

IV.3.2 Causes « spéciales » ou « assignables »

Ces causes sont irrégulières et difficilement prévisibles. Le terme « assignable » s'explique par l'identification du ou des paramètres à l'origine du dérèglement du processus. Ce type de cause est à l'origine d'un processus « hors de contrôle », décentrée par rapport à la cible.

Le principe même de la MSP permet d'identifier ces causes via une carte de contrôle pour mieux corriger la déviation dans le temps du ou des paramètres responsables [14].

IV.4 Les étapes de mise en place MSP

IV.4.1 Collecte des données

Cette étape consiste à collecter les valeurs mesurées de ou des caractéristiques(s) concernée(s), pour les transformer par la suite en un outil graphique désigné par la carte SPC (Exp. \bar{X}/R).

IV.4.2 Analyse des données (comportement processus)

Tracer les limites de contrôle ainsi que \bar{X} et R sur la carte SPC après avoir reporté et relié les valeurs X_i et R saisies dans l'étape 1. Les limites de contrôle appelées "limites de contrôle naturelles" servent en liaison avec la valeur centrale des moyennes \bar{X} (X_i : moyenne de chaque échantillon) et les moyennes X_i mêmes, à juger la stabilité du processus à l'aide de l'analyse de son comportement (variabilité, dispersion, et dérives, etc.) Ces limites ne présentent ni des spécifications exigées ni des objectifs planifiés.

IV.4.3 Evaluation des résultats

En liaison avec les analyses réalisées dans l'étape 2, on passe par la suite à l'évaluation de capacité du processus en comparant la dispersion et le centrage des valeurs mesurées par rapport aux limites de spécifications exigées (indicateurs : indices de capacité).

IV.4.4 Actions amélioration standardisation

Le but de l'action à entreprendre sur le processus s'articule sur les deux points suivants :

- L'obtention et le maintien de la qualité demandée/ Exigée du processus.
- L'amélioration continue de sa qualité en suivant de nouveau le cycle des quatre étapes indiquées ci-dessus (éventuellement changements de limites de contrôle et détermination d'une nouvelle fréquence de prélèvement) [15].

IV.5 Rappel sur les statistiques

IV.5.1 Loi normale

La capabilité se calcule pour une caractéristique d'un procédé qui suit une loi normale. La loi normale est une loi de distribution continue définie par deux paramètres : la moyenne et l'écart type. Elle produit une courbe de Gauss qui répartit les valeurs des mesures de part et d'autre de la moyenne, de façon centrée [16].

- **Moyenne :** $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i$

Avec n : nombre de mesure et X : la variable mesurée.

- **Étendue :**

L'étendue est la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du caractère statistique.

$$W = X_{\max} - X_{\min}$$

- **Ecart moyen :**

Le premier réflexe serait de calculer la moyenne de ces écarts. Mais les propriétés de la moyenne nous assurent que la moyenne des écarts est nulle. En effet, certains de ces écarts sont négatifs et d'autres sont positifs, la somme des écarts positifs compensant exactement la somme des écarts négatifs. Il faut donc s'abstraire du signe et calculer alors la moyenne de la valeur absolue des écarts. C'est ce que l'on appelle l'écart moyen.

$$\text{Ecart moyen} = \frac{1}{n} \sum_{i=1} X_i - \bar{X}$$

- **Variance :**

L'utilisation des valeurs absolues est souvent une impasse en mathématique (parce que la fonction valeur absolue n'est pas dérivable). Pour rendre positifs les écarts, un autre outil

est à notre disposition : la mise au carré. On ne va donc pas calculer la moyenne des écarts mais la moyenne des écarts au carré. C'est ce qu'on appelle la variance :

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

- **Écart type :**

De par la mise au carré des écarts, l'unité de la variance est le carré de celle du caractère (si le caractère est en kg, sa moyenne est en kg mais sa variance est en kg²) d'où l'impossibilité d'additionner la moyenne et la variance. On a donc défini l'écart type noté σ . L'écart type est la racine de la variance (et donc son unité est la même que celle de la moyenne. Cela a l'air anecdotique mais la possibilité d'additionner moyenne et écart type est fondamental, en particulier pour le calcul d'intervalle de confiance [16].

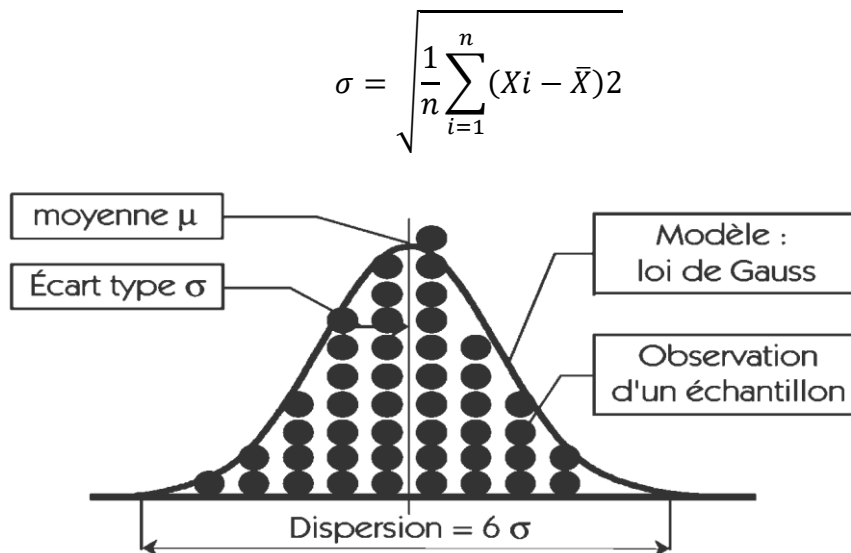


Figure IV.1: Courbe en cloche.

IV.6 Les cartes de contrôle

La carte de contrôle est l'un des outils de base utilisés pour la maîtrise statistique des processus. Une application rigoureuse de cette méthode permet d'améliorer de manière significative la variabilité de processus de fabrication.

C'est un graphique représentant des images successives de la production, prises à une certaine « fréquence de prélèvement », à partir d'échantillons prélevés sur la production.

La carte de contrôle comporte trois lignes, une ligne centrale et deux limites de contrôle :

- **La ligne centrale (LC)** : représente la moyenne de la statistique suivie.
- **La limite supérieure de contrôle (LSC) et la limite inférieure de contrôle (LIC)** : sont établies de sorte qu'en fonctionnement normal, la quasi-totalité des valeurs de la statistique d'échantillon se situent à l'intérieur des limites de contrôle.

Tant que les points représentant la valeur de la statistique utilisée se trouvent à l'intérieur des limites de contrôle, le processus est supposé **stable ou maîtrisé**. Par contre, lorsque des points tombent à l'extérieur des limites de contrôle, ceci indique que le processus est **non maîtrisé ou hors contrôle**, c'est-à-dire que des causes assignables de variabilité sont présentes dans le procédé [17].

IV.6.1 Les types des cartes de contrôle

On peut subdiviser les cartes de contrôles en deux :

- Carte de contrôle aux attributs.
- Carte de contrôle aux mesures.

IV.6.1.1 Carte de contrôle aux mesures

Les cartes de contrôle aux mesures qui s'appliquent à des valeurs continues telles que le poids, le volume, la puissance consommée, le dosage, la résistance thermique...etc. Leur utilité est grande surtout par rapport aux cartes de contrôle aux attributs, car une valeur mesurée est plus riche d'information que le simple constat bon ou mauvais. L'établissement d'une carte de contrôle aux mesures est fondé :

- Sur l'hypothèse que la distribution des valeurs suit une loi connue (normale ou autres)
- Sur les propriétés des échantillons La mise en place de ce type de carte s'effectue en deux phases distinctes : une phase de préparation et une phase de mise en place. Et pour suivre l'évolution du procédé, des prélèvements d'échantillons sont effectués toutes les heures (5pièces par exemple). Pour chaque échantillon, la moyenne et l'étendue sont calculées sur la caractéristique à contrôler. Ces valeurs sont portées sur un graphique. Au fur et à mesure qu'elle se remplit, la carte de contrôle permet la visualisation d'évolution du processus.

A partir de la valeur moyenne sont définies les différentes limites :

- Limites inférieure et supérieure de surveillance : (L.S) intervalle de valeurs dans lequel l'écart à la valeur cible permet d'attester du bon fonctionnement des appareils.

- Limites inférieure et supérieure de contrôle :(L.C) valeurs au-delà desquelles on considère l'appareil comme n'étant plus en état normal de fonctionnement si la valeur est confirmée selon la procédure décrite.

IV.6.1.2 Carte de contrôle aux attributs

Les attributs sont des données fondées sur deux valeurs seulement (conforme/non conforme, succès/échec, passe/ne passe pas). La technique des cartes de contrôle aux attributs, avec le même type de calcul des limites que les cartes aux mesures, est intéressante car elle permet de suivre les progrès réalisés en cours de production. Par contre les cartes aux attributs ne donnent pas d'avertissement, en cas de changement dans le procédé, avant la production d'un nombre accru de non conformes. De plus, pour obtenir une image significative de la production, des échantillons de grande taille sont nécessaires. Il faut distinguer les produits non-conformes qui, soit ne respectent pas les spécifications techniques, soit présentent des défauts tellement graves qui sont rebutés, et d'autre part les non-conformités qui sont des défauts (apparences, rayures...) qui n'entraînent pas automatiquement la mise au rebut mais sont décomptés pour donner une mesure de la qualité de la production [17].

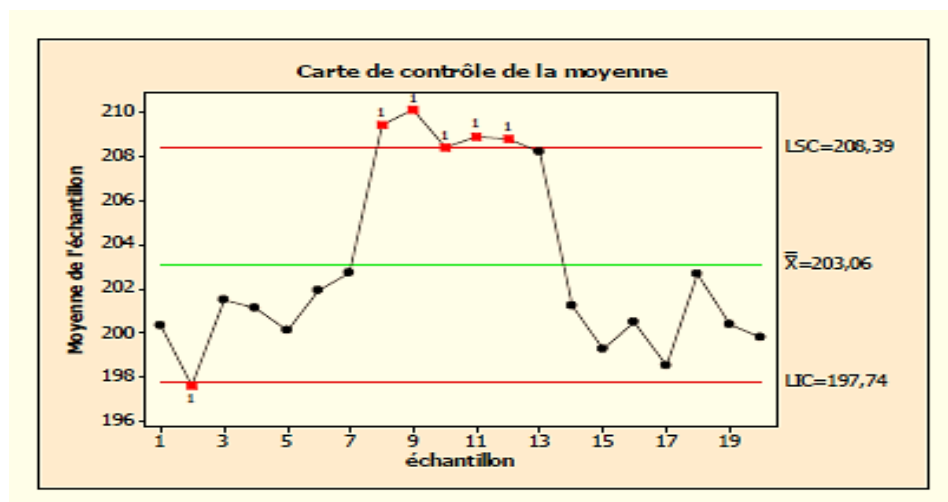


Figure IV.2: Carte de contrôle.

IV.6.2 Interprétation d'une carte de contrôle

L'analyse et l'interprétation de la carte de contrôle sont basées sur les critères suivants :

- Points hors ou proche limites de contrôle.
- Point hors ou proche limite de surveillance.
- Allure de la courbe :
 - 7 points consécutifs sont au-dessous ou/et au-dessus de la moyenne.

- Tendances ascendantes ou/et descendante (7 points consécutifs).
- Groupement des points :
 - Plus de 2/3 des points sont dans la tirée centrale de la carte.
 - Moins que 2/3 des points sont hors la tirée centrale de la carte.

IV.7 La capacité d'un processus

Ce terme se rapporte au comportement normal d'un processus qui est dans un état de contrôle statistique ; c'est une série d'effets produits quand le processus n'est pas affecté par des causes extérieures. Dans une fabrication, c'est son aptitude à produire des objets semblables.

Il faut que le contrôle statistique soit maintenu pendant une assez longue période de temps dans des conditions données. La capacité du processus peut s'exprimer en pourcentage de défectueux ou avec une distribution.

IV.7.1 Indices de Capacité

Avant de placer un procédé sous contrôle, il est nécessaire de vérifier qu'il est capable de réaliser la caractéristique contrôlée en respectant les tolérances demandées. Pour vérifier cette capacité on peut calculer un indice de capacité, il en existe plusieurs :

- Les indices de capacité machine (C_m et C_{mk}).
- Les indices de capacité procédée (C_{pk} et C_p).

Le premier indice mesure la capacité machine uniquement, c'est-à-dire qu'on ne prend en compte que la machine. Cela implique que les mesures sont faites de manière à ne prendre en compte que la variabilité aléatoire de la machine (pas de changement d'opérateur, de matières, pas de réglage).

Le deuxième indice peut se réaliser sur une période de temps plus importante et prend en compte le procédé global (machine, main-d'œuvre, matériel, milieu).

Indices de capacité procédée :

L'indice C_p est l'indice de capacité le plus utilisé. Il a pour but de mesurer si la dispersion de la caractéristique (X) étudiée est plus ou moins grande par rapport à l'intervalle de tolérance C_p est défini par :

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6\sigma}$$

Avec :

C_p est un indice à maximiser, C_p peut s'interpréter comme une mesure du pourcentage de l'intervalle de tolérance utilisé par la caractéristique ou comme une mesure de la capacité potentielle du procédé à produire une certaine proportion de produit dans les spécifications.

- Si, $C_p < 1$, quelle que soit la moyenne (\bar{X}) du procédé, le taux de non conforme sera toujours trop élevé.

Dans le cas où $C_p < 1$ une révision plus complète de la variabilité du procédé est nécessaire.

En général, on choisit $C_p = 1.33$ comme valeur minimum à atteindre. L'indice C_{pk} mesure simultanément la position et la dispersion de la caractéristique. Il est défini par :

$$C_{pk} = \min \left(\frac{(Ts - \bar{X})}{3\sigma}; \frac{(\bar{X} - Ti)}{3\sigma} \right)$$

L'indice C_{pk} doit être maximisé. Une valeur de $C_{pk} \geq 1$ est en général choisie comme valeur minimum requise [18].

Tableau IV-1: Indice de dispersion et indice de centrage.

C_p (indice de dispersion)	(LSS-LSI) / (6 écart type)	si	C _p < 1	processus n'est pas capable
			C _p = 1	processus juste capable
	IT / (6*écart type)		C _p = 1,33	capabilité acceptable
			C _p = 1,66	processus performant
C_{pk} (indice de centrage) (min entre les deux valeurs)	(LSS-Moy) / (3*écart type)	si	C _{pk} = 0,66 (avec C _p = 1,33)	centrage hors limite (rebut)
	Ou		C _{pk} = 1 (avec C _p = 1,33)	centrage juste à la limite (risque)
	(Moy-LSI) / (3*écart type)		C _{pk} = 1,33 (avec C _p = 1,33)	processus centré (pas de risque)

Partie expérimentale

V. Chapitre : Partie expérimentale

V.1 Aperçu sur les paramètres étudiés

Paramètre	Définition	Méthode d'analyse
Densité à 15/4°C	La densité (ou densité relative) d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence. est une grandeur sans dimension.	- On Verse un volume d'un produit avec une température ambiante dans une éprouvette munie d'un thermomètre. Après on plonge le densimètre jusqu'il pénétrera dans le liquide. on attend lorsqu'il stabilise, procéder à la lecture de l'échelle du densimètre.
TVR	La tension de vapeur Reid est définie comme la pression de vapeur absolue exercée par la vapeur du liquide et tout gaz dissous à une température de 37,8 °C (100 °F).	- Remplissage de la chambre à liquide du dispositif avec un produit jusqu'à ce qu'elle déborde, après on place cette chambre sur le tuyau adducteur du dispositif. Ensuite on met le tube dans un bain à température réglée et on lira la valeur sur le manomètre, après nous le replaçons dans le bain rapidement pour éviter qu'il ne se refroidisse.
NO	L'indice d'octane est la mesure de la résistance à l'auto-allumage d'un carburant utilisé dans un moteur à allumage commandé. Ce carburant est très généralement l'essence.	- L'indice d'octane d'un carburant est déterminé en comparant sa tendance à la détonation avec celle de mélange de référence d'indice d'octane connus, dans un moteur conventionnel tournant à 650 trs/mn dans des conditions de fonctionnements normalisés.

V.2 Suivi du processus de production d'essence

V.2.1 Suivi au niveau du procédé de distillation atmosphérique

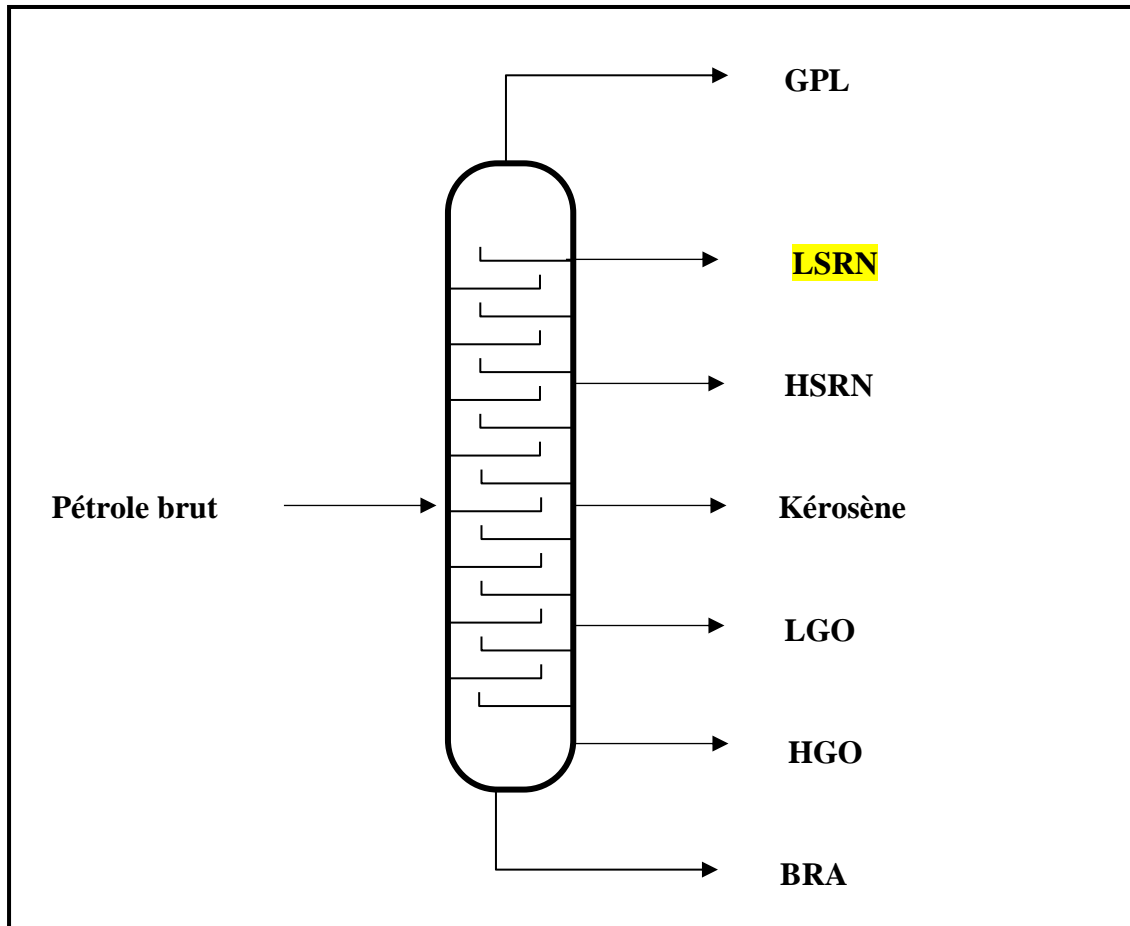


Figure V.1: Schéma de la distillation atmosphérique au niveau d'unité 11.

LSRN (Light Straight Run Naphta)

C'est un naphta léger produit de la distillation atmosphérique du pétrole brute. C'est le 1^{er} sous-produit de l'essence, il sort de la colonne de distillation atmosphérique avec une température de 80 à 100 °C, densité de 0,6550 à 0,6750 et une TVR de 795 à 980 g/cm².

V.2.1.1 Suivi des paramètres physico-chimiques de la LSRN

Densité à 15/4°C

Norme : ASTM D-1298/D-4052.

Min : 0,6550

Max : 0,6750

Tableau V-1: Suivi de la densité de LSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	Densité	Date	Densité
10/06/2022	0,6606	16/09/2022	0,6624
11/06/2022	0,6660	17/09/2022	0,6621
12/06/2022	0,6652	18/09/2022	0,6631
13/06/2022	0,6622	19/09/2022	0,6619
14/06/2022	0,6593	20/09/2022	0,6611
15/06/2022	0,6598	10/10/2022	0,6662
16/06/2022	0,6596	11/10/2022	0,6665
17/06/2022	0,6597	12/10/2022	0,6661
18/06/2022	0,6608	13/10/2022	0,6654
19/06/2022	0,6625	14/10/2022	0,6657
20/06/2022	0,6620	15/10/2022	0,6662
10/07/2022	0,6621	16/10/2022	0,6668
11/07/2022	0,6638	17/10/2022	0,6664
12/07/2022	0,6678	18/10/2022	0,6661
13/07/2022	0,6680	19/10/2022	0,6666
14/07/2022	0,6654	20/10/2022	0,6665
15/07/2022	0,6641	10/11/2022	0,6662
16/07/2022	0,6643	11/11/2022	0,6666
17/07/2022	0,6641	12/11/2022	0,6661
18/07/2022	0,6652	13/11/2022	0,6667
19/07/2022	0,6649	14/11/2022	0,6669
20/07/2022	0,6648	15/11/2022	0,6663
10/08/2022	0,6630	16/11/2022	0,6658
11/08/2022	0,6650	17/11/2022	0,6653
12/08/2022	0,6653	18/11/2022	0,6655
13/08/2022	0,6651	19/11/2022	0,6658
14/08/2022	0,6650	20/11/2022	0,6657
15/08/2022	0,6649	10/12/2022	0,6621
16/08/2022	0,6648	11/12/2022	0,6624
17/08/2022	0,6652	12/12/2022	0,6620
18/08/2022	0,6618	13/12/2022	0,6628
19/08/2022	0,6658	14/12/2022	0,6626
20/08/2022	0,6666	15/12/2022	0,6634
10/09/2022	0,6631	16/12/2022	0,6641
11/09/2022	0,6682	17/12/2022	0,6639
12/09/2022	0,6672	18/12/2022	0,6642

13/09/2022	0,6675	19/12/2022	0,6643
14/09/2022	0,6646	20/12/2022	0,6646
15/09/2022	0,6614		

Tableau V-2 : Calcul de carte de contrôle de la densité de LSRN.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfini (Norme ASTM D- 1298/D- 4052)	Prédéfini (Norme ASTM D- 1298/D- 4052)	Moy- (3*écart type)	Moy+ (3*écart type)
Résultat	0,6644	0,655	0,675	0,6579	0,6709

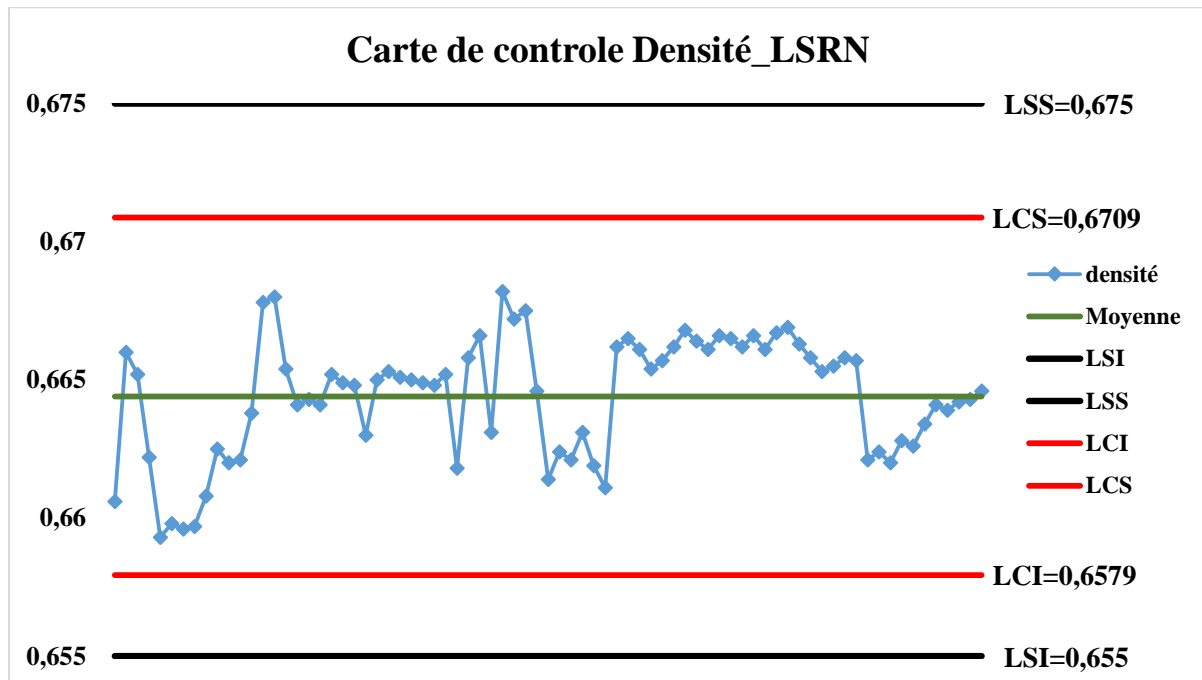


Figure V.2: Carte de contrôle de la densité de LSRN.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de la densité de LSRN au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

- A partir de la 4^{ème} point, on remarque plusieurs tendances inférieure et supérieure sur plusieurs parties de la carte de contrôle.

- 1^{ère} partie, de 13/06/2022 à 11/07/2022, 10 points consécutives sont inférieurs à la moyenne.
 - 2^{ème} partie allons de 11/08/2022 à 17/08/2022, ou on trouve une tendance supérieure à la moyenne.
 - Et la 3^{ème} partie ou le processus revient encore à une tendance supérieure à la moyenne plus importante que les autres avec plus de 20 points, cette partie est étalé sur la plage de temps de 10/10/2022 à 20/11/2022.
- Après la dernière tendance supérieure, on remarque une chute de valeur de 0,6657 à 0,6621 qui reflète que le process a subi un réglage à ce moment pour corriger la tendance supérieure, mais le problème qu'après cette action le process a donné une tendance de croissance.

Bien que le process soit toujours est sous les limites de surveillance et aussi bien, sous les limites de contrôle, mais il subit des tendances supérieurs et inférieurs qui risque de déplacer sa moyenne.

Tableau V-3: Indice de capabilité de la densité de LSRN.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,5461
Cpk	$\text{Min} ((LSS-Moy) / (3 \cdot \text{écart type}) ; (Moy-LSI) / (3 \cdot \text{écart type}))$	1,6383

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,5461, une valeur supérieure à 1, donc nous somme devant un processus capable ; de plus cette valeur se situe entre 1,33 et 1,66, donc nous avons un processus de capabilité plus d'acceptable. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,6383 donc une valeur supérieure à 1,33, de ce fait, nous somme devant un processus centré malgré les tendances inférieures et supérieures enregistrées.

TVR (g/cm²)

Norme : ASTM D-323.

Min: 795 g/cm²

Max: 980 g/cm²

Tableau V-4: suivi de TVR de LSRN sur la période allons de juin à décembre 2022.

Date	TVR (g/cm ²)	Date	TVR (g/cm ²)
10/06/2022	840	16/09/2022	855
11/06/2022	880	17/09/2022	850
12/06/2022	880	18/09/2022	860
13/06/2022	870	19/09/2022	880
14/06/2022	870	20/09/2022	905
15/06/2022	900	10/10/2022	945
16/06/2022	880	11/10/2022	940
17/06/2022	855	12/10/2022	890
18/06/2022	860	13/10/2022	895
19/06/2022	890	14/10/2022	890
20/06/2022	880	15/10/2022	875
10/07/2022	945	16/10/2022	870
11/07/2022	950	17/10/2022	880
12/07/2022	875	18/10/2022	880
13/07/2022	880	19/10/2022	885
14/07/2022	890	20/10/2022	890
15/07/2022	880	10/11/2022	920
16/07/2022	885	11/11/2022	835
17/07/2022	895	12/11/2022	840
18/07/2022	930	13/11/2022	850
19/07/2022	860	14/11/2022	885
20/07/2022	845	15/11/2022	845
10/08/2022	855	16/11/2022	855
11/08/2022	820	17/11/2022	860
12/08/2022	905	18/11/2022	870
13/08/2022	880	19/11/2022	880
14/08/2022	885	20/11/2022	880
15/08/2022	895	10/12/2022	875
16/08/2022	860	11/12/2022	865
17/08/2022	875	12/12/2022	860
18/08/2022	870	13/12/2022	870
19/08/2022	880	14/12/2022	895
20/08/2022	885	15/12/2022	885
10/09/2022	900	16/12/2022	875
11/09/2022	880	17/12/2022	890
12/09/2022	890	18/12/2022	880

13/09/2022	885	19/12/2022	890
14/09/2022	880	20/12/2022	900
15/09/2022	840		

Tableau V-5: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de LSRN.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (Norme ASTM D- 323)	Prédéfinit (Norme ASTM D- 323)	Moy - (3*écart type)	Moy + (3*écart type)
Résultat	879,4805	795	980	805.7712	953.1899

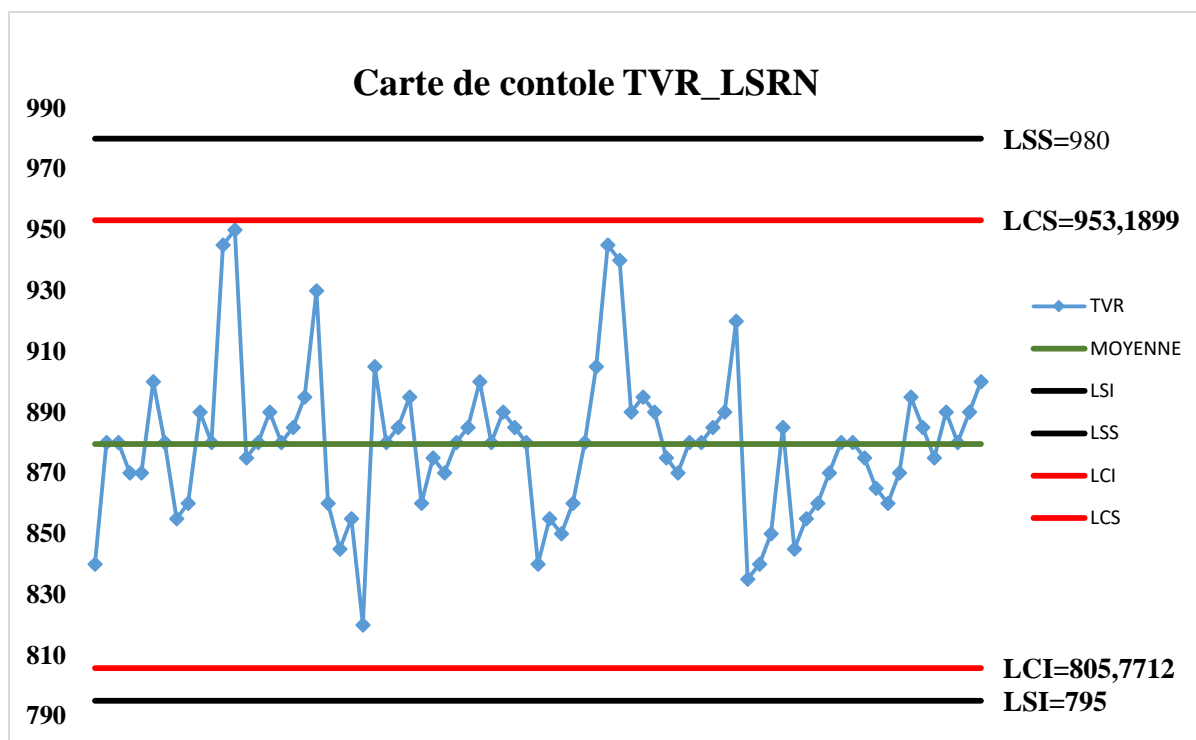


Figure V.3: Carte de contrôle de TVR de LSRN.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de la TVR de LSRN au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

Pour le paramètre TVR, nous avons une oscillation aléatoire autour de la moyenne d'un côté, et de d'autre, elle oscille des deux côtés supérieur et inférieur d'une manière aléatoire, donc nous sommes devant un processus sous contrôle.

Cependant, la remarque ce fait sur les deux piques qui se rapprochent de la limite de contrôle supérieure. Le premier pique se situe autour de la période 11/07/2022, ou on trouve deux points très proches de la limite de contrôle supérieure, de plus, le point suivant se trouve juste autour de la moyenne, ce qui signifié qu'il y avait une correction brusque sur le process.

Le deuxième pique se trouve vers le 10/10/2022 où le point encore se rapproche de la limite supérieure après une tendance croissante de plusieurs points.

Tableau V-6: Indice de capabilité de TVR de LSRN.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,2549
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3 \cdot \text{écart type}) ; (\text{Moy}-LSI) / (3 \cdot \text{écart type}))$	1,3637

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,2549, une valeur supérieure à 1, donc nous somme devant un processus capable. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,3637, donc une valeur supérieure à 1,33. De ce fait, nous somme devant un processus centré.

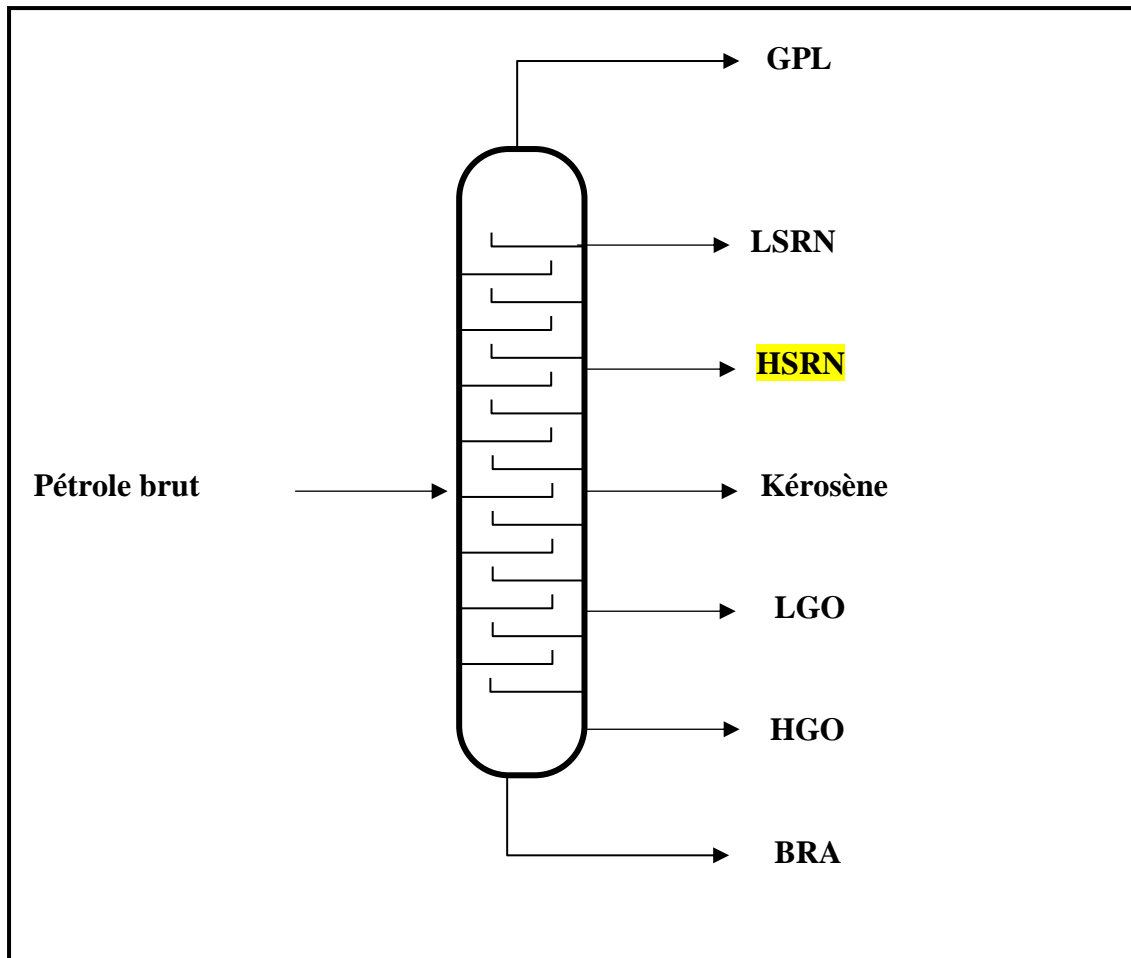


Figure V.4: Schéma de distillation atmosphérique au niveau d'unité 11.

HSRN (Hight Straight Run Naphta)

Naphta lourd produit de la distillation atmosphérique. C'est un produit pétrolier qui est obtenu lors du processus de raffinage du pétrole brut. Il se distingue du naphta léger par sa densité plus élevée qui va de 0,7350 à 0,7500 et sa composition chimique différente. Il sort de la colonne de distillation atmosphérique avec une température de 150 à 220 °C.

V.2.1.2 Suivi des paramètres physique-chimique de la HSRN

Densité à 15/4°C

Norme : ASTM D-1298/D-4052.

Min : 0,7350

Max : 0,7500

Tableau V-7: Suivi de la densité de HSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	Densité	Date	Densité
10/06/2022	0,7430	16/09/2022	0,7442
11/06/2022	0,7432	17/09/2022	0,7440
12/06/2022	0,7428	18/09/2022	0,7439
13/06/2022	0,7418	19/09/2022	0,7410
14/06/2022	0,7422	20/09/2022	0,7428
15/06/2022	0,7434	10/10/2022	0,7449
16/06/2022	0,7432	11/10/2022	0,7448
17/06/2022	0,7430	12/10/2022	0,7445
18/06/2022	0,7422	13/10/2022	0,7444
19/06/2022	0,7424	14/10/2022	0,7444
20/06/2022	0,7430	15/10/2022	0,7446
10/07/2022	0,7422	16/10/2022	0,7449
11/07/2022	0,7449	17/10/2022	0,7449
12/07/2022	0,7463	18/10/2022	0,7448
13/07/2022	0,7465	19/10/2022	0,7446
14/07/2022	0,7466	20/10/2022	0,7445
15/07/2022	0,7466	10/11/2022	0,7430
16/07/2022	0,7469	11/11/2022	0,7433
17/07/2022	0,7464	12/11/2022	0,7432
18/07/2022	0,7440	13/11/2022	0,7434
19/07/2022	0,7442	14/11/2022	0,7434
20/07/2022	0,7436	15/11/2022	0,7439
10/08/2022	0,7438	16/11/2022	0,7440
11/08/2022	0,7432	17/11/2022	0,7440
12/08/2022	0,7438	18/11/2022	0,7443
13/08/2022	0,7442	19/11/2022	0,7442
14/08/2022	0,7447	20/11/2022	0,7442
15/08/2022	0,7432	10/12/2022	0,7434
16/08/2022	0,7433	11/12/2022	0,7433
17/08/2022	0,7423	12/12/2022	0,7433
18/08/2022	0,7421	13/12/2022	0,7432
19/08/2022	0,7410	14/12/2022	0,7430
20/08/2022	0,7404	15/12/2022	0,7428
10/09/2022	0,7445	16/12/2022	0,7432
11/09/2022	0,7437	17/12/2022	0,7431
12/09/2022	0,7437	18/12/2022	0,7430

13/09/2022	0,7438	19/12/2022	0,7429
14/09/2022	0,7440	20/12/2022	0,7416
15/09/2022	0,7443		

Tableau V-8: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de la densité de HSRN.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (Norme ASTM D-1298/D-4052)	Prédéfinit (Norme ASTM D-1298/D-4052)	Moy- (3*écart type)	Moy+ (3*écart type)
Résultat	0,7437	0,7350	0,7500	0,7399	0,7475

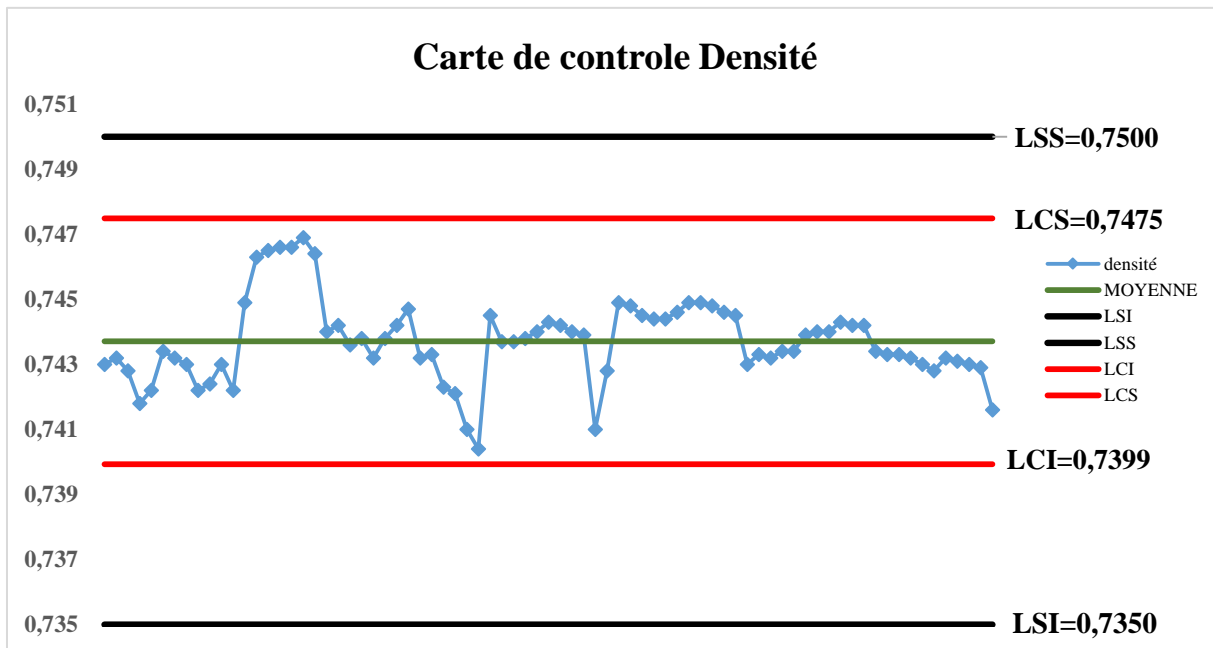


Figure V.5: Carte de controle de la densité de HSRN.

Interprétation

On remarque dans la carte de contrôle de la densité de HSRN au cours de la période 06-2022 au 12-2022 les points suivants :

- 1^{ère} partie : de 10/06/2022 à 10/07/2022, 12 points consécutives oscillent de manière aléatoire dans la partie inférieure de la moyenne .
- 2^{ème} partie : on remarque qu'on a une tendance vers la limite de contrôle supérieur se finie par un pic proche de cette limite, suivi directement par une chute de la densité directement proche à la moyenne, ce qui signifié que le process à subit une intervention à ce moment.
- La période qui suit oscille normalement dans une petite période, mais elle retourne à une variation descendante jusqu'à un deuxième pic proche de la limite inférieure.
- Un troisième pic est aussi enregistré dans la période de 16/09/2022, qui se situe entre deux périodes d'oscillation supérieure à la moyenne.
- 4^{ème} partie : on a plusieurs points consécutifs sont en diminution régulière de valeur 0,7437 à 0,7416.

Bien que le process soit toujours est sous les limites de surveillance et aussi bien sous les limites de contrôle, mais il subit des tendances supérieurs et inférieurs remarquables malgré les interventions sur le process, qui mérite d'être mieux suivi avant d'avoir d'autres tendances.

Tableau V-9 : Indice de capabilité de la densité de HSRN.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,9833
Cpk	$\text{Min} ((LSS-Moy) / (3 * \text{écart type}) ; (Moy-LSI) / (3 * \text{écart type}))$	1,6646

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,9833, une valeur supérieure à 1, donc nous somme devant un processus capable ; de plus cette valeur est supérieure à 1,66, donc nous avons un processus performant. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,6646 donc une valeur supérieure à 1,66, de ce fait, nous somme devant un processus centré malgré les tendances inférieures et supérieures enregistrées.

TVR (g/cm²)

Norme : ASTM D-323.

Min : 100

Max : 200

Tableau V-10: Suivi de TVR de HSRN sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	TVR (g/cm ²)	Date	TVR (g/cm ²)
10/06/2022	160	16/09/2022	145
11/06/2022	130	17/09/2022	155
12/06/2022	160	18/09/2022	160
13/06/2022	170	19/09/2022	150
14/06/2022	175	20/09/2022	155
15/06/2022	165	10/10/2022	170
16/06/2022	170	11/10/2022	180
17/06/2022	160	12/10/2022	185
18/06/2022	155	13/10/2022	170
19/06/2022	160	14/10/2022	160
20/06/2022	170	15/10/2022	165
10/07/2022	190	16/10/2022	155
11/07/2022	170	17/10/2022	160
12/07/2022	125	18/10/2022	165
13/07/2022	155	19/10/2022	150
14/07/2022	155	20/10/2022	145
15/07/2022	150	10/11/2022	135
16/07/2022	140	11/11/2022	125
17/07/2022	155	12/11/2022	130
18/07/2022	160	13/11/2022	140
19/07/2022	150	14/11/2022	145
20/07/2022	145	15/11/2022	165
10/08/2022	150	16/11/2022	150
11/08/2022	135	17/11/2022	160
12/08/2022	150	18/11/2022	165
13/08/2022	155	19/11/2022	155
14/08/2022	160	20/11/2022	145
15/08/2022	170	10/12/2022	140
16/08/2022	175	11/12/2022	145
17/08/2022	160	12/12/2022	155
18/08/2022	155	13/12/2022	160
19/08/2022	160	14/12/2022	175
20/08/2022	155	15/12/2022	165
10/09/2022	160	16/12/2022	160
11/09/2022	145	17/12/2022	150
12/09/2022	150	18/12/2022	175
13/09/2022	160	19/12/2022	180
14/09/2022	150	20/12/2022	170

15/09/2022	155		
------------	-----	--	--

Tableau V-11: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de HSRN.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfini (ASTM D-323)	Prédéfini (ASTM D-323)	Moy- (3*écart type)	Moy+ (3*écart type)
Résultat	156,8182	100	200	117,5889	196,0474

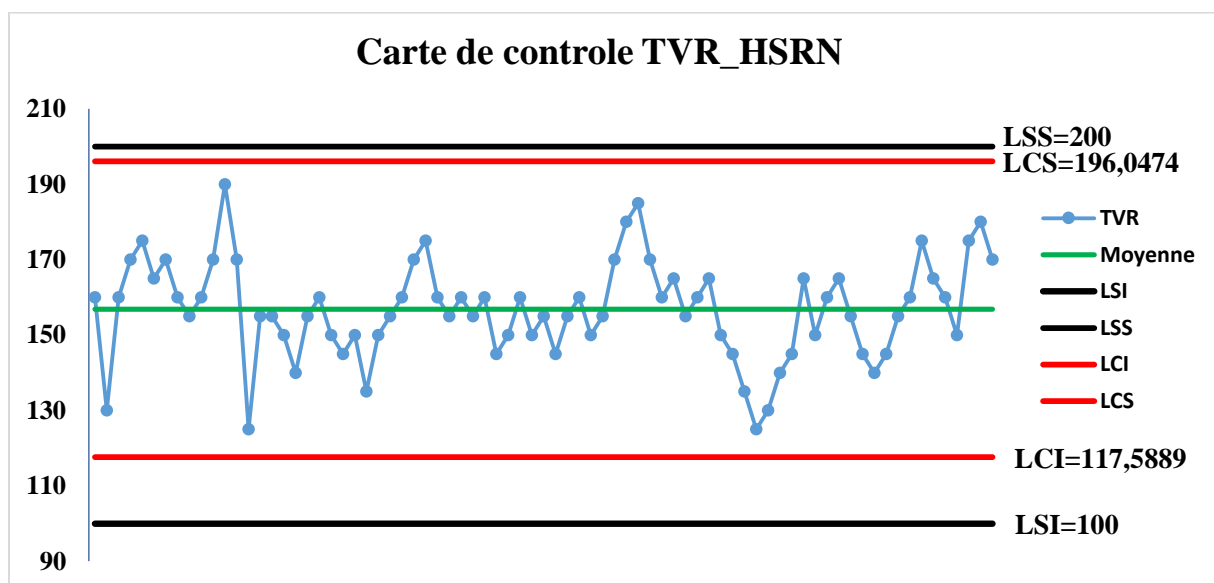


Figure V.6: Carte de contrôle de TVR de HSRN.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de TVR de HSRN au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

Pour le paramètre TVR, la courbe de nos résultats oscille de façon aléatoire de chaque côté de la valeur cible entre les limites de contrôle. Cela signifie que notre procédé analytique est sous contrôle. Seule anomalie se fait juste les pics qui se rapprochent des limites supérieur et inférieurs (1^{er} pic le 10/07/2022, 2^{ème} pic le 12/07/2022, 3^{ème} pic le 11/11/2022).

Une autre remarque très importante est que les limites de contrôles sont proches des limites de surveillances ; quand le paramètre fluctue dans une plage large rend les limites de contrôle proche des limites de surveillances ; cette anomalie augmente le risque de sortir des

limites facilement vues que la plage d'intervention est réduite ; et d'autre part elle augmente l'instabilité du produit vu que la différence entre les valeurs inférieures et supérieures est grande.

Tableau V-12: Indice de capacité de TVR de HSRN.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,2746
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3 * \text{écart type}) ; (\text{Moy}-LSI) / (3 * \text{écart type}))$	1,1008

Interprétation

Le calcul de l'indice de capacité a donné une valeur de 1,2746, qui se situe entre le 1 et le 1,33, donc nous avons un processus juste capable ou bien capable.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,1008 donc une valeur très proche à 1, de ce fait, nous sommes devant un processus centré juste à limite, qui implique présence de risque de sortir de la plage de centrage et d'avoir en conséquence un produit non conforme.

V.2.2 Suivi au niveau du procédé de reformage

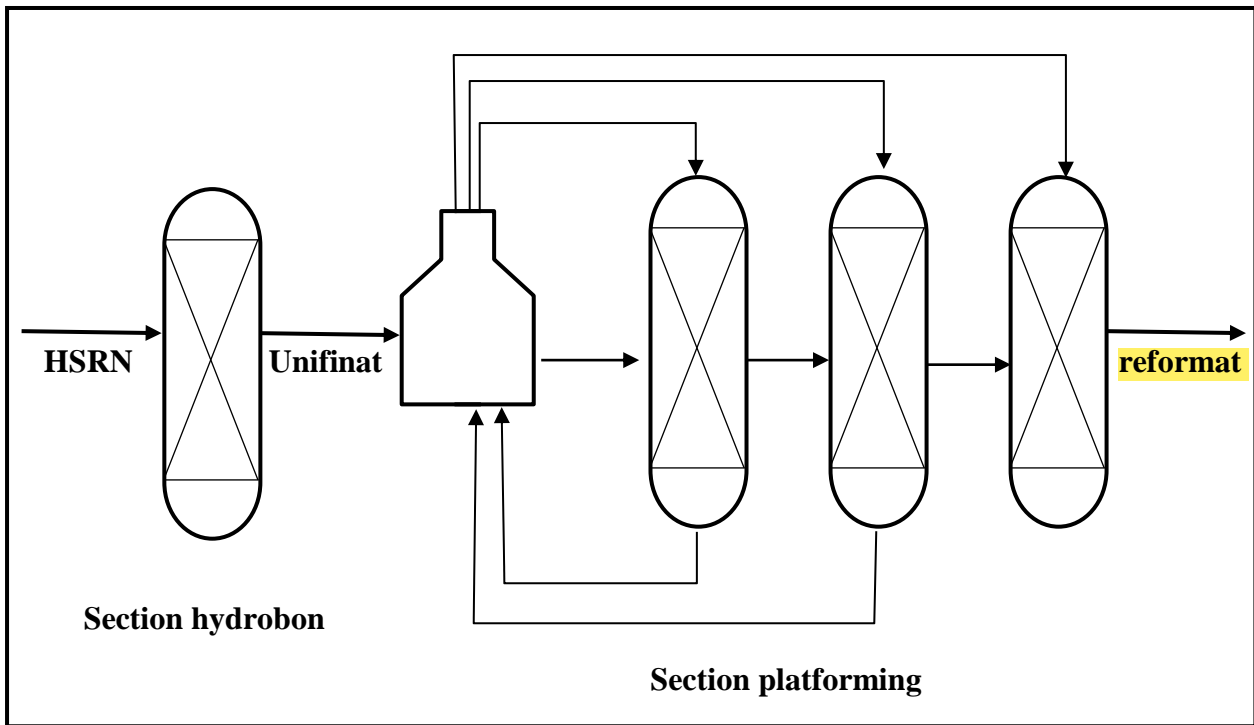


Figure V.7: Schéma de reformage au niveau d'unité 12.

Reformat

C'est un produit semi fini qu'issu de l'unité de reformage catalytique par traitement du HSRN en vue d'augmenter son indice d'octane, il sort de la section hydrobon ; Sa densité allons de 0,7900 à 0,7990, sa TVR varie 300 g/cm² de 400 g/cm² à et son indice d'octane NO est de 95 à 97.

V.2.3.1 Suivi des paramètres physique-chimique de Plat

Densité à 15/4°C

Norme : ASTM D1298-12b

Min : 0,7900

Max : 0,7990

Tableau V-13: Suivi de la densité de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	Densité	Date	Densité
10/06/2022	0,7957	16/09/2022	0,7935
11/06/2022	0,7950	17/09/2022	0,7936
12/06/2022	0,7935	18/09/2022	0,7961
13/06/2022	0,7936	19/09/2022	0,7962
14/06/2022	0,7961	20/09/2022	0,7948
15/06/2022	0,7962	10/10/2022	0,7940
16/06/2022	0,7948	11/10/2022	0,7938
17/06/2022	0,7940	12/10/2022	0,7946
18/06/2022	0,7938	13/10/2022	0,7962
19/06/2022	0,7911	14/10/2022	0,7928
20/06/2022	0,7931	15/10/2022	0,7956
10/07/2022	0,7946	16/10/2022	0,7964
11/07/2022	0,7962	17/10/2022	0,7931
12/07/2022	0,7928	18/10/2022	0,7935
13/07/2022	0,7956	19/10/2022	0,7955
14/07/2022	0,7964	20/10/2022	0,7975
15/07/2022	0,7931	10/11/2022	0,7961
16/07/2022	0,7935	11/11/2022	0,7965
17/07/2022	0,7927	12/11/2022	0,7956
18/07/2022	0,7940	13/11/2022	0,7955
19/07/2022	0,7938	14/11/2022	0,7961
20/07/2022	0,7911	15/11/2022	0,7965
10/08/2022	0,7931	16/11/2022	0,7953
11/08/2022	0,7946	17/11/2022	0,7945
12/08/2022	0,7962	18/11/2022	0,7948
13/08/2022	0,7928	19/11/2022	0,7951
14/08/2022	0,7961	20/11/2022	0,7942
15/08/2022	0,7962	10/12/2022	0,7935
16/08/2022	0,7948	11/12/2022	0,7939
17/08/2022	0,7940	12/12/2022	0,7944
18/08/2022	0,7938	13/12/2022	0,7945
19/08/2022	0,7911	14/12/2022	0,7951
20/08/2022	0,7931	15/12/2022	0,7955
10/09/2022	0,7928	16/12/2022	0,7953
11/09/2022	0,7956	17/12/2022	0,7949
12/09/2022	0,7964	18/12/2022	0,7944
13/09/2022	0,7931	19/12/2022	0,7951
14/09/2022	0,7935	20/12/2022	0,7955
15/09/2022	0,7927		

Tableau V-14: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de la densité de PLAT.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfini (norme : ASTM D1298-12b)	Prédéfini (norme : ASTM D1298- 12b)	Moy- (3*écart type)	Moy+ (3*écart type)
Résultat	0,7945	0,7900	0,7990	0,7904	0,7987

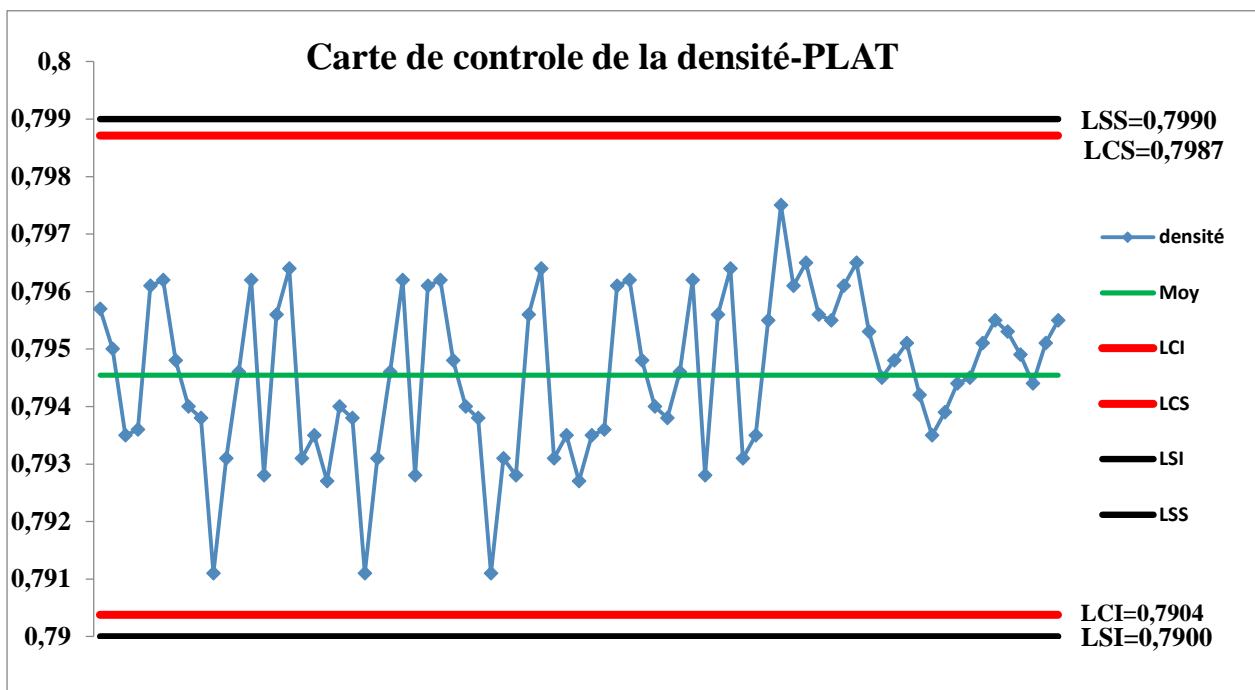


Figure V.8: Carte de contrôle de la densité de PLAT.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de la densité de PLAT au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

Pour le paramètre densité, nous avons une oscillation aléatoire autour de la moyenne d'un côté, la densité oscille des deux côtés supérieur et inférieur d'une manière aléatoire, juste une petite remarque sur quelques points qui se rapprochent de limites inférieures mais restent un peu loin.

Néanmoins, il ne faut pas négliger le rapprochement entre les limites de contrôles et les limites de surveillances ; aussi bien la plage de d'oscillation est très large entre ces limites.

Un grand risque de sortir des limites et non maîtrise du process à ce niveau avec non stabilité du produit.

Tableau V-15: Indice de capabilité de la densité de PLAT.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,0794
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3*\text{écart type}) ; (\text{Moy}-LSI) / (3*\text{écart type}))$	1,0682

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,0794, une valeur autour de 1, donc nous sommes devant un processus juste capable. Risque de sortir de la plage de capabilité et non maîtrise du process, résultat confirme les remarques faites sur la carte de contrôle.

Malgré tout, nous avons procédé au calcul de l'indice de centrage Cpk, il donne une valeur de 1,0682, une valeur trop proche de 1, nous sommes devant un processus de centrage juste à la limite.

TVR (g /cm²)

Norme : ASTM D323-08

Min : 300

Max : 400

Tableau V-16: Suivi de la TVR de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	TVR (g /cm ²)	Date	TVR (g /cm ²)
10/06/2022	345	16/09/2022	330
11/06/2022	340	17/09/2022	345
12/06/2022	340	18/09/2022	340
13/06/2022	350	19/09/2022	355
14/06/2022	345	20/09/2022	365
15/06/2022	340	10/10/2022	360
16/06/2022	335	11/10/2022	350
17/06/2022	340	12/10/2022	355
18/06/2022	330	13/10/2022	370
19/06/2022	345	14/10/2022	350
20/06/2022	350	15/10/2022	345
10/07/2022	360	16/10/2022	350
11/07/2022	360	17/10/2022	370
12/07/2022	365	18/10/2022	355
13/07/2022	370	19/10/2022	360
14/07/2022	360	20/10/2022	365
15/07/2022	355	10/11/2022	355
16/07/2022	355	11/11/2022	340
17/07/2022	345	12/11/2022	350
18/07/2022	350	13/11/2022	335
19/07/2022	350	14/11/2022	330
20/07/2022	330	15/11/2022	340
10/08/2022	340	16/11/2022	350
11/08/2022	335	17/11/2022	345
12/08/2022	345	18/11/2022	355
13/08/2022	355	19/11/2022	350
14/08/2022	360	20/11/2022	350
15/08/2022	350	10/12/2022	345
16/08/2022	365	11/12/2022	350
17/08/2022	340	12/12/2022	370
18/08/2022	370	13/12/2022	355
19/08/2022	340	14/12/2022	360
20/08/2022	345	15/12/2022	365
10/09/2022	365	16/12/2022	355
11/09/2022	370	17/12/2022	340
12/09/2022	365	18/12/2022	350

13/09/2022	350	19/12/2022	345
14/09/2022	350	20/12/2022	355
15/09/2022	340		

Tableau V-17: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR de PLAT.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (norme : ASTM D323- 08)	Prédéfinit (norme : ASTM D323- 08)	Moy- (3*écart type)	Moy + (3*écart type)
Résultat	350,6	300	400	318,6	382,7

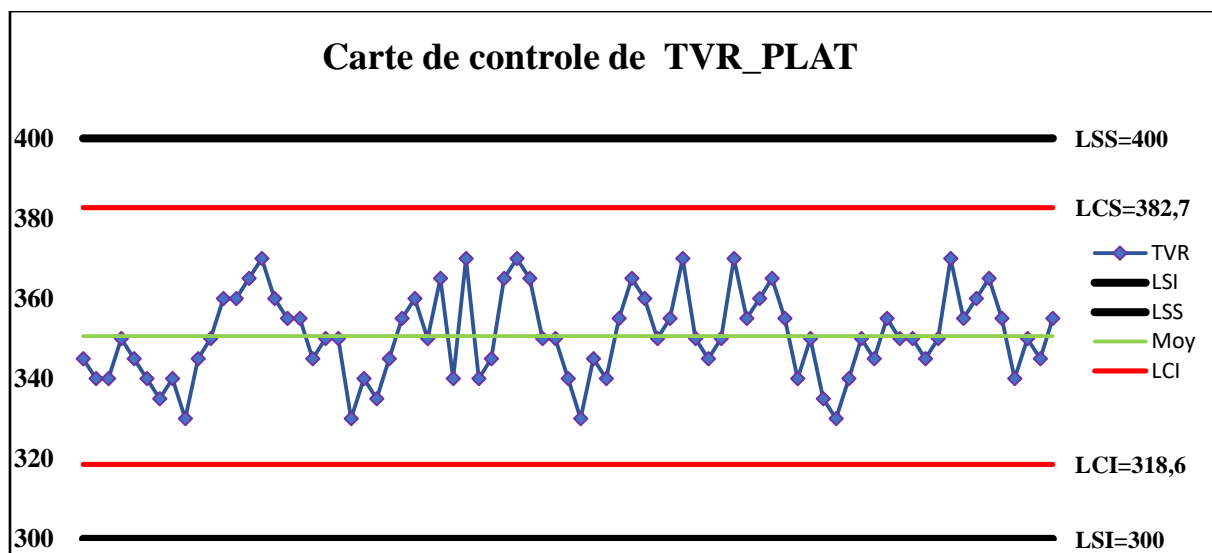


Figure V.9: Carte de contrôle de TVR de PLAT.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de la TVR de plat au cours de la période 06-2022 au 12 - 2022 montre que :

Le processus à ce niveau, pour ce sous-produit et pour ce paramètre est mieux maîtrisé ; les points oscillent de manière aléatoire autour de la moyenne, ils ne prennent pas une grande plage, loin des limites de surveillances ; donc qualité maîtrisée, maintenue et loin de risque d'avoir des dépassements hors limites.

Tableau V-18: Indice de capabilité de la TVR de PLAT.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écarts type})$	1,5607
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3 * \text{écart type}) ; (\text{Moy}-LSI) / (3 * \text{écart type}))$	1,5404

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,5607, une valeur supérieure à 1, donc nous sommes devant un processus capable ; En outre, la valeur est très proche de 1,66, donc un processus performant. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,5404, une valeur qui se situe entre 1,33 et 1,66 (et plus proche de 1,66) donc un processus centré loin de risque.

Indice d'octane NO

Norme: ASTM D2699-13b

Min: 95

Max : 97

Tableau V-19: Suivi de NO de PLAT sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	NO	Date	NO
10/06/2022	95,8	16/09/2022	96,2
11/06/2022	95,8	17/09/2022	96,2
12/06/2022	95,8	18/09/2022	96,0
13/06/2022	96,0	19/09/2022	96,0
14/06/2022	96,0	20/09/2022	95,8
15/06/2022	95,8	10/10/2022	95,9
16/06/2022	95,8	11/10/2022	96,0
17/06/2022	95,4	12/10/2022	96,1
18/06/2022	95,4	13/10/2022	95,8
19/06/2022	95,5	14/10/2022	95,8
20/06/2022	96,0	15/10/2022	96,0
10/07/2022	96,0	16/10/2022	96,1
11/07/2022	96,1	17/10/2022	95,9
12/07/2022	95,8	18/10/2022	95,8
13/07/2022	96,0	19/10/2022	96,0
14/07/2022	96,2	20/10/2022	96,1
15/07/2022	96,0	10/11/2022	96,1
16/07/2022	95,8	11/11/2022	96,2
17/07/2022	95,4	12/11/2022	96,0
18/07/2022	95,5	13/11/2022	95,8
19/07/2022	96,0	14/11/2022	95,8
20/07/2022	96,0	15/11/2022	95,9
10/08/2022	96,2	16/11/2022	96,0
11/08/2022	96,4	17/11/2022	96,2
12/08/2022	96,0	18/11/2022	96,1
13/08/2022	96,2	19/11/2022	95,9
14/08/2022	96,0	20/11/2022	96,0
15/08/2022	96,1	10/12/2022	96,2
16/08/2022	95,8	11/12/2022	96,3
17/08/2022	95,5	12/12/2022	95,7
18/08/2022	95,4	13/12/2022	96,0
19/08/2022	95,8	14/12/2022	96,3
20/08/2022	96,2	15/12/2022	96,2
10/09/2022	96,0	16/12/2022	96,1
11/09/2022	96,4	17/12/2022	96,0
12/09/2022	95,9	18/12/2022	95,8

13/09/2022	96,0	19/12/2022	95,9
14/09/2022	96,3	20/12/2022	96,0
15/09/2022	96,1		

Tableau V-20 : Calcule des paramètres de la carte de contrôle de NO de PLAT.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (norme : ASTM D2699-13b)	Prédéfinit (norme : ASTM D2699-13b)	Moy- (3*écart type)	Moy+ (3*écart type)
Résultat	96,0	95,0	97,0	95,3	96,6

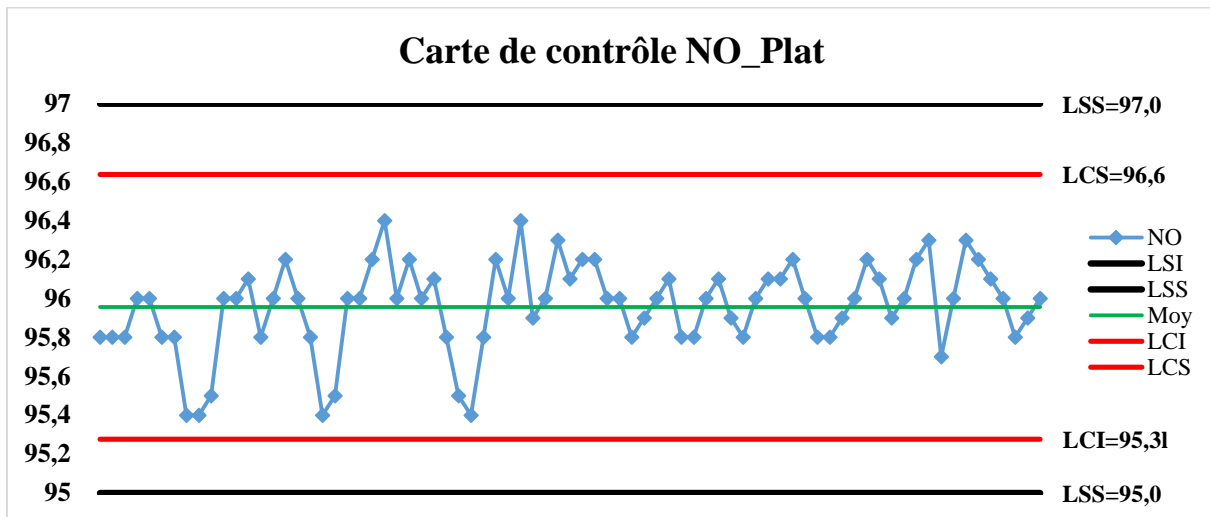


Figure V.10: Carte de contrôle de NO de PLAT.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de NO de plat au cours de la période 06-2022 au 12-2022 est décomposée en deux parties :

- Une 1^{er} partie avec oscillation aléatoire, mais avec 3 pics proches de la limites inférieurs, ce qui élargie la plage d'oscillation.
- Une 2^{ème} partie, ou on remarque plus de maitrise du process, une oscillation plus stable autour et proche de la moyenne.

Tableau V-21:Indice de capabilité de NO de PLAT.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écarts type})$	1,4696
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3*\text{écart type}) ; (\text{Moy}-LSI) / (3*\text{écart type}))$	1,5345

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,4696, une valeur entre 1,33 et 1,66, donc nous avons un processus de capabilité acceptable à performant. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cp.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,5345 donc une valeur supérieure à 1,33 et proche de 1,66, de ce fait, nous sommes devant un processus centré loin de risque de décentrage.

V.2.3 Suivi au niveau du procédé isomérisation

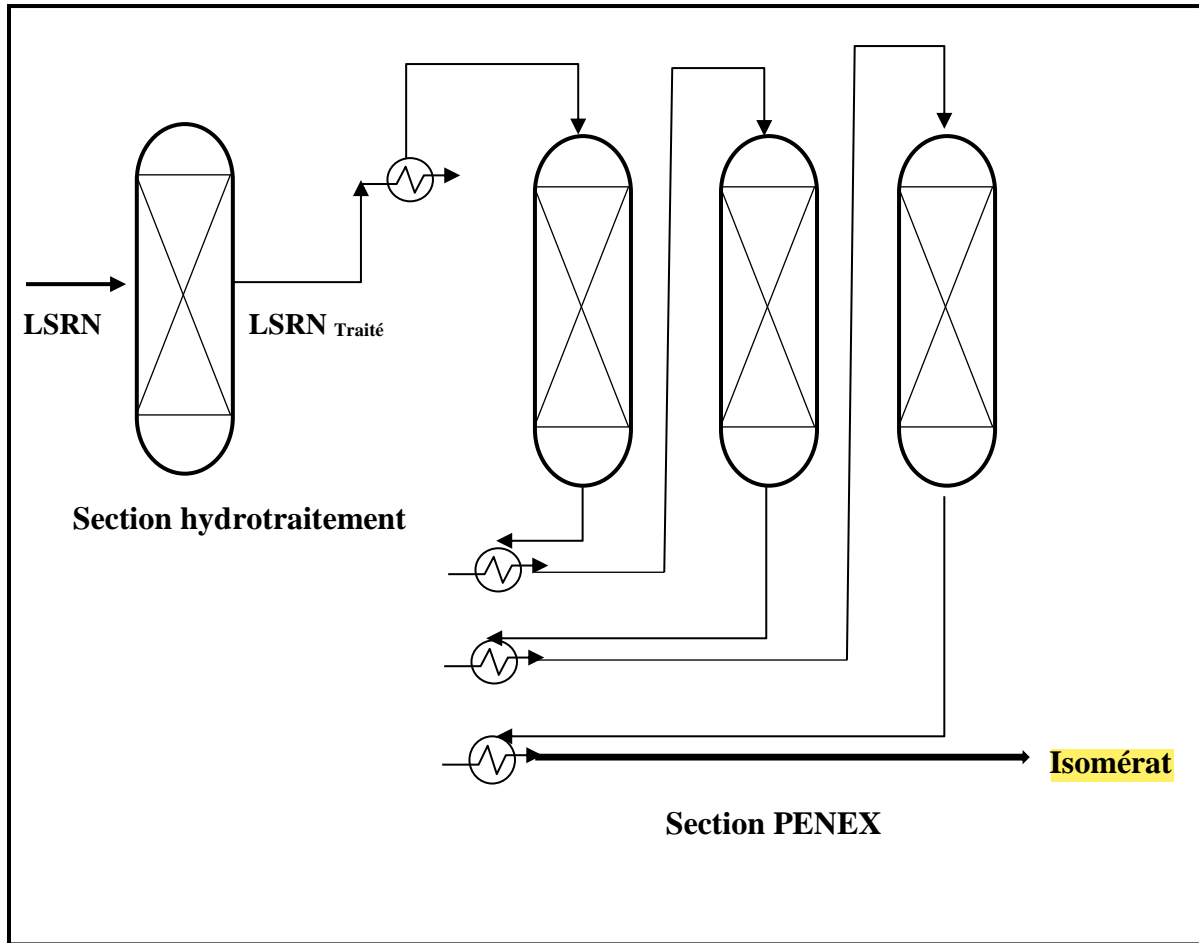


Figure V.11: Schéma d'isomérisation d'Unité 17.

Isomérat

C'est un produit semi fini produit par l'unité d'isomérisation par le traitement du LSRN, sa densité de 0,640 à 0,670 ; une tension de vapeur Reid de 950 à 1300 ; et un indice d'octane de 85 à 90.

V.2.3.1 Suivi des paramètres physique-chimique d'Isomérat

Densité

Norme : ASTM D1298-12b

Min : 0,6400

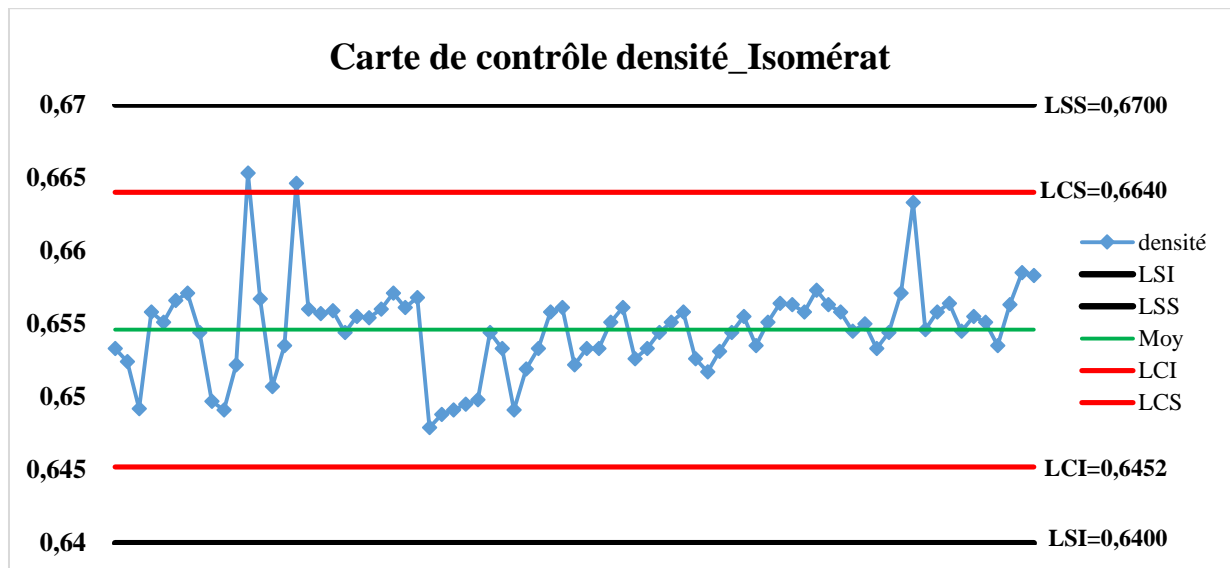
Max : 0,6700

Tableau V-22: Suivi de la densité d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	Densité	Date	Densité
10/06/2022	0,6533	16/09/2022	0,6533
11/06/2022	0,6524	17/09/2022	0,6533
12/06/2022	0,6492	18/09/2022	0,6551
13/06/2022	0,6558	19/09/2022	0,6561
14/06/2022	0,6551	20/09/2022	0,6526
15/06/2022	0,6566	10/10/2022	0,6533
16/06/2022	0,6571	11/10/2022	0,6544
17/06/2022	0,6544	12/10/2022	0,6551
18/06/2022	0,6497	13/10/2022	0,6558
19/06/2022	0,6491	14/10/2022	0,6526
20/06/2022	0,6522	15/10/2022	0,6517
10/07/2022	0,6653	16/10/2022	0,6531
11/07/2022	0,6567	17/10/2022	0,6544
12/07/2022	0,6507	18/10/2022	0,6555
13/07/2022	0,6535	19/10/2022	0,6535
14/07/2022	0,6646	20/10/2022	0,6551
15/07/2022	0,6560	10/11/2022	0,6564
16/07/2022	0,6557	11/11/2022	0,6563
17/07/2022	0,6559	12/11/2022	0,6558
18/07/2022	0,6544	13/11/2022	0,6573
19/07/2022	0,6555	14/11/2022	0,6563
20/07/2022	0,6554	15/11/2022	0,6558
10/08/2022	0,6560	16/11/2022	0,6545
11/08/2022	0,6571	17/11/2022	0,6550
12/08/2022	0,6561	18/11/2022	0,6533
13/08/2022	0,6568	19/11/2022	0,6544
14/08/2022	0,6479	20/11/2022	0,6571
15/08/2022	0,6488	10/12/2022	0,6633
16/08/2022	0,6491	11/12/2022	0,6546
17/08/2022	0,6495	12/12/2022	0,6558
18/08/2022	0,6498	13/12/2022	0,6564
19/08/2022	0,6544	14/12/2022	0,6545
20/08/2022	0,6533	15/12/2022	0,6555
10/09/2022	0,6491	16/12/2022	0,6551
11/09/2022	0,6519	17/12/2022	0,6535
12/09/2022	0,6533	18/12/2022	0,6563
13/09/2022	0,6558	19/12/2022	0,6585
14/09/2022	0,6561	20/12/2022	0,6583
15/09/2022	0,6522		

Tableau V-23: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de densité d'Isomérat.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (norme : ASTM D1298-12b)	Prédéfinit (norme : ASTM D1298-12b)	Moy – (3*Ecart de type)	Moy + (3*Ecart de type)
Résultat	0,6546	0,6400	0,6700	0,6452	0,6640

**Figure V.12:** Carte de contrôle de la densité d'Isomérat.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de la densité d'Isomérat au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

- 1^{ère} partie : On remarque que les points de 10/07/2022 et 14/07/2022 se situent entre les limites de surveillance et les limites de contrôle donc des déplacements des limites de contrôles.
- Toujours dans cette partie et juste après le 2^{ème} déplacement nous avons une oscillation supérieure à la moyenne ; A partir du point 15/07/2022 jusqu'à le point 13/08/2022 on a 9 points consécutives supérieur à la moyenne.
- 2^{ème} partie : Après la dernière tendance supérieure, on remarque une chute de valeur de 0,6568 à 0,6479 qui reflète que le process a subi un réglage important à ce moment pour corriger la tendance supérieure, mais le problème qu'après cette action le process a donné une tendance de croissance.

- A partir du point 14/08/2022 on observe une oscillation de façon aléatoire entre les limites de contrôle, avec un rapprochement d'un point à la limite de contrôle supérieure.

Tableau V-24: Indice de capabilité de la densité d'Isomérat.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écarts type})$	1,5970
Cpk	$\text{Min} ((LSS-Moy) / (3 * \text{écart type}) ; (Moy-LSI) / (3 * \text{écart type}))$	1,6389

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,5970, une valeur supérieure à 1, donc nous sommes devant un processus capable ; de plus cette valeur très proche de 1,66, donc nous avons un processus de capabilité plus d'acceptable. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,6389 donc une valeur supérieure à 1,33, de ce fait, nous sommes devant un processus centré loin de risque, effet de la stabilité de la deuxième période de production.

TVR (g/cm²)

Norme : ASTM D323-08

Min : 950

Max : 1300

Tableau V-25: Suivi la TVR d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	TVR (g/cm ²)	Date	TVR (g/cm ²)
10/06/2022	1010	16/09/2022	1110
11/06/2022	1100	17/09/2022	1120
12/06/2022	1140	18/09/2022	1150
13/06/2022	1150	19/09/2022	1170
14/06/2022	1150	20/09/2022	1175
15/06/2022	1100	10/10/2022	1100
16/06/2022	1100	11/10/2022	1140
17/06/2022	1140	12/10/2022	1150
18/06/2022	1150	13/10/2022	1100
19/06/2022	1200	14/10/2022	1110
20/06/2022	1200	15/10/2022	1200
10/07/2022	1150	16/10/2022	1140
11/07/2022	1100	17/10/2022	1155
12/07/2022	1150	18/10/2022	1170
13/07/2022	1150	19/10/2022	1180
14/07/2022	1170	20/10/2022	1200
15/07/2022	1220	10/11/2022	1200
16/07/2022	1100	11/11/2022	1180
17/07/2022	1250	12/11/2022	1180
18/07/2022	1075	13/11/2022	1170
19/07/2022	1050	14/11/2022	1175
20/07/2022	1055	15/11/2022	1110
10/08/2022	1060	16/11/2022	1150
11/08/2022	1080	17/11/2022	1155
12/08/2022	1100	18/11/2022	1150
13/08/2022	1155	19/11/2022	1175
14/08/2022	1175	20/11/2022	1180
15/08/2022	1200	10/12/2022	1150
16/08/2022	1100	11/12/2022	1175
17/08/2022	1100	12/12/2022	1200
18/08/2022	1175	13/12/2022	1210
19/08/2022	1110	14/12/2022	1220
20/08/2022	1120	15/12/2022	1180
10/09/2022	1075	16/12/2022	1185
11/09/2022	1180	17/12/2022	1175

12/09/2022	1170	18/12/2022	1170
13/09/2022	1175	19/12/2022	1180
14/09/2022	1150	20/12/2022	1220
15/09/2022	1140		

Tableau V-26: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de TVR d'Isomérat.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (norme : ASTM D323-08)	Prédéfinit (norme : ASTM D323- 08)	Moy – (3*Ecart de type)	Moy + (3*Ecart de type)
Résultat	1148,5	950	1300	1012,1	1284,9

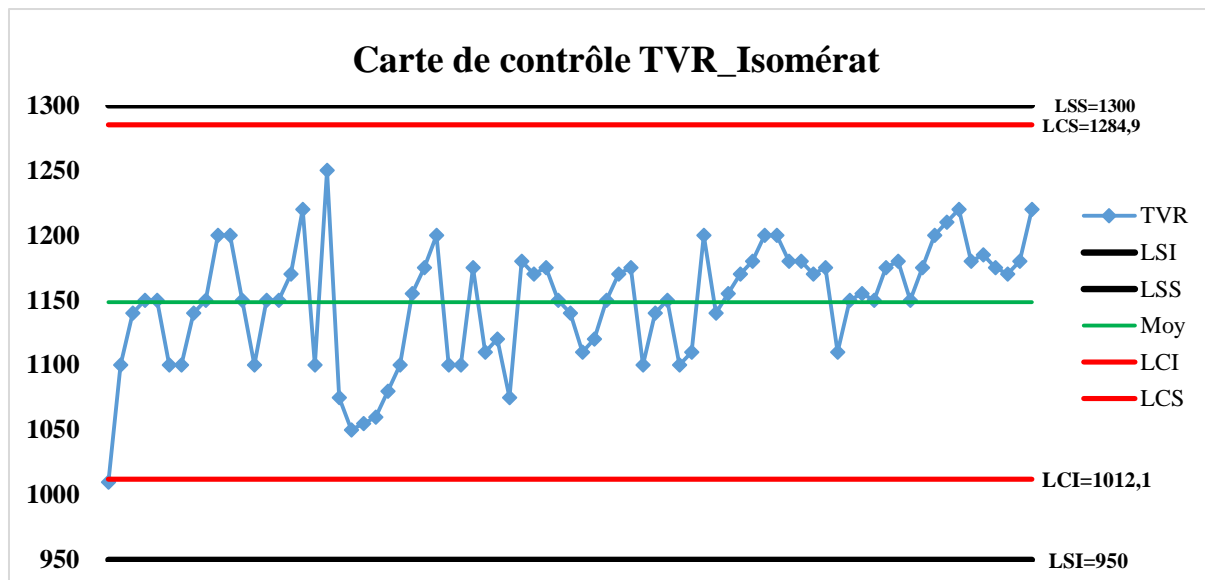


Figure V.13: Carte de contrôle de TVR d'Isomérat.

Interprétation

L'allure de la carte de contrôle de TVR de Isomérat au cours de la période 06-2022 au 12-2022 montre les points suivants :

- On remarque que le 1^{ère} point se trouve juste à la limite inférieure de contrôle.
- On remarque aussi une chute de valeur de 1250 jusqu'à 1075, reflète une intervention brusque sur le processus.

- 2^{ème} partie du graphe : On observe une oscillation aléatoire étalé sur la période de 19/07/2022 à 20/12/2022.

Tableau V-27: Indice de capabilité de la TVR d'Isomérat.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,2826
Cpk	$\text{Min} ((LSS-Moy) / (3*\text{écart type}) ; (Moy-LSI) / (3*\text{écart type}))$	1,1103

Interprétation

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,2826, une valeur proche de 1,33, donc nous somme devant un processus de capabilité acceptable. A cet effet, on peut aller vers l'indice Cpk.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,1103 donc une valeur supérieure à 1, de ce fait, nous somme devant un processus de centrage juste a limité.

Indice d'octane NO

Norme: ASTM D2699-13b

Min: 85

Max : 90

Tableau V-28: Suivi de NO d'Isomérat sur la période allons de juin au décembre 2022.

Date	NO	Date	NO
10/06/2022	88,2	16/09/2022	88,0
11/06/2022	88,0	17/09/2022	86,8
12/06/2022	86,8	18/09/2022	88,0
13/06/2022	88,0	19/09/2022	87,7
14/06/2022	87,7	20/09/2022	87,6
15/06/2022	87,6	10/10/2022	88,0
16/06/2022	88,0	11/10/2022	86,0
17/06/2022	86,0	12/10/2022	87,2
18/06/2022	87,2	13/10/2022	87,7
19/06/2022	87,7	14/10/2022	87,4
20/06/2022	87,4	15/10/2022	87,5
10/07/2022	87,5	16/10/2022	87,8
11/07/2022	87,8	17/10/2022	87,0
12/07/2022	87,0	18/10/2022	87,6
13/07/2022	87,6	19/10/2022	86,5
14/07/2022	86,5	20/10/2022	86,4
15/07/2022	86,4	10/11/2022	86,4
16/07/2022	86,0	11/11/2022	86,5
17/07/2022	87,6	12/11/2022	86,8
18/07/2022	88,2	13/11/2022	86,8
19/07/2022	88,0	14/11/2022	87,0
20/07/2022	86,8	15/11/2022	87,0
10/08/2022	88,0	16/11/2022	87,6
11/08/2022	87,7	17/11/2022	87,6
12/08/2022	87,6	18/11/2022	87,2
13/08/2022	88,0	19/11/2022	87,8
14/08/2022	86,0	20/11/2022	88,0
15/08/2022	87,2	10/12/2022	87,6
16/08/2022	87,7	11/12/2022	86,5
17/08/2022	87,4	12/12/2022	86,4
18/08/2022	87,5	13/12/2022	86,0
19/08/2022	87,8	14/12/2022	87,6
20/08/2022	87,0	15/12/2022	88,2
10/09/2022	87,6	16/12/2022	88,0
11/09/2022	86,5	17/12/2022	87,6
12/09/2022	86,4	18/12/2022	86,5
13/09/2022	86,0	19/12/2022	86,4

14/09/2022	87,6	20/12/2022	86,0
15/09/2022	88,2		

Tableau V-29: Calcule des paramètres de la carte de contrôle de NO d'Isomérat.

	Moyenne	LSI	LSS	LCI	LCS
Formule	$\frac{1}{n} \sum X_i$	Prédéfinit (norme : ASTM D2699- 13b)	Prédéfinit (norme : ASTM D2699- 13b)	Moy - (3*Ecart de type)	Moy + (3*Ecart de type)
Résultat	87,3	85	90	85,3	89,3

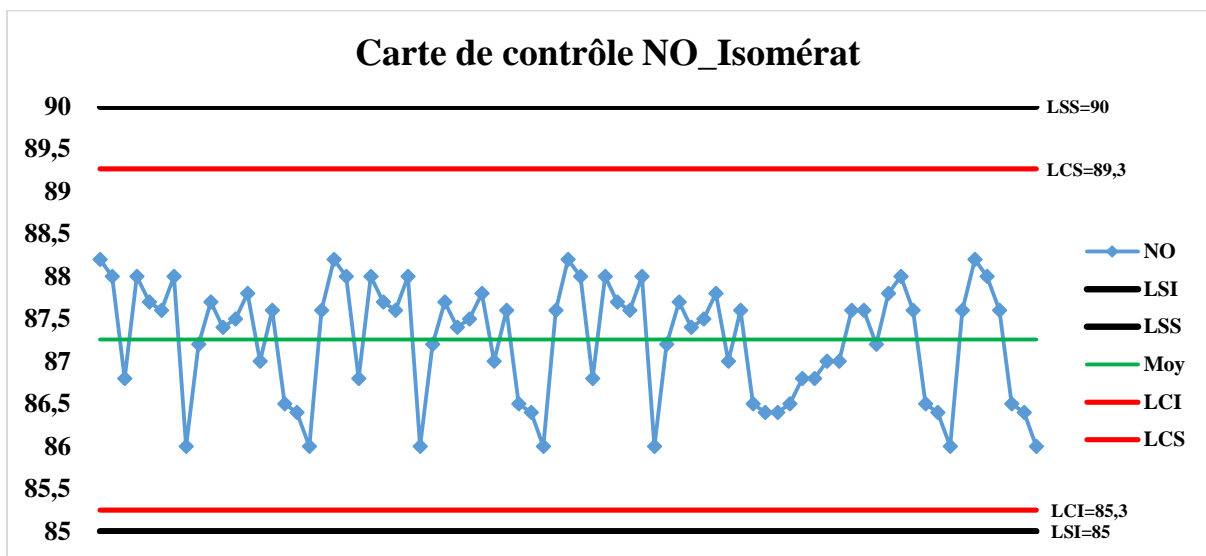


Figure V.14: Carte de contrôle de NO d'Isomérat.

Interprétation

La carte de contrôle de l'indice d'octane de l'Isomérat enregistre une fluctuation entre les limites de contrôles et les limites de surveillances, on peut dire que nous avons devant une oscillation normale à stable sauf que l'oscillation dans partie inférieur est proche des limites dans plusieurs points ce qui fait rapprocher la limite de contrôle inférieure à la limite de surveillance inférieure ; Hors que, l'oscillation dans la partie supérieur est plus proche de la moyenne et plus homogène.

Tableau V-30: Indice de capabilité de NO d'Isomérat.

Paramètres	Formule	Valeur
Cp	$(LSS-LSI) / (6 \text{ écart type})$	1,2450
Cpk	$\text{Min} ((LSS-\text{Moy}) / (3 * \text{écart type}) ;$ $(\text{Moy}-LSI) / (3 * \text{écart type}))$	1,3653

Interprétation :

Le calcul de l'indice de capabilité a donné une valeur de 1,2450, une valeur supérieure à 1 et proche de 1,33 ; en conséquence nous avons un processus de capabilité plus proche à l'acceptable bien qu'il soit influé par la partie inférieure de l'oscillation.

L'indice de centrage Cpk donne une valeur de 1,3653, une valeur supérieure à 1,33, de ce fait, nous sommes devant un processus centré.

Conclusion

Conclusion

Une essence est un produit pétrolier constitué par un mélange en proportions judicieuses de différentes bases de la distillation atmosphérique du pétrole brut et des procédés de traitement chimique pour ajuster ses caractéristiques selon les normes.

En effet les bases utilisées constituant l'essence, qui peuvent être issues de diverses opérations unitaires incluent généralement des mélanges de HSRN, de LSRN, de l'Isomérât et de Réformât ainsi que des additifs (MTBE).

Cependant pour formuler une essence a haute qualité on doit suivi une méthode qui consiste à mettre sous contrôle les procédés de fabrication en utilisant les outils statistiques qui est la MSP.

En récapitulant, ce travail a été réalisé dans la perspective de vérifier la maîtrise et la stabilité de processus au long de formulation d'essence, dans lequel nous avons extrait les points suivants :

- LSRN : sur le plan de la densité, le processus est sous les limites de contrôles, mais il subit des tendances inférieurs et supérieurs risque de déplacer sa moyenne. Sur le plan de la tension de vapeur Red TVR, nous avons une fluctuation importante dans un grand intervalle proche des limites de contrôles ; les indices de capabilité donnent un processus juste capable et juste centré avec risque de dépassements des normes ; le processus à ce niveau est sous contrainte et mérite un suivi plus vigilant.
- HSRN : sur le plan de la densité, nous avons une ressemblance de cette carte à celle de LSRN, mais sur le plan de la TVR, nous avons une oscillation plus au moins stable que celle de la LSRN, sauf que la limite de contrôle soit proche de la limite de surveillance. Toujours, le Cp et le Cpk donne que le processus est juste capable et juste centré. Le risque d'avoir des produits hors normes est grand et le processus travail sous contrainte et mérite d'être mieux suivi.
- Plat (Reformat) : la production de ce sous-produit est mieux maîtrisé ; fluctuation aléatoire de la densité sous les limites de contrôles et de surveillance, bien qu'il prend un intervalle important. La TVR est mieux maîtrisé avec des indices de capabilité et de centrage importants et loin de risque. De plus, nous avons l'indice d'octane NO, qui donne une bonne oscillation, sauf un risque de quelques rapprochements des limites de contrôles inférieurs dans la 1^{er} période, mais ils n'influent pas beaucoup sur le centrage du processus.

- Isomérait : la densité de ce produit présente de certains dépassements des limites de contrôles, qui sont suivies des interventions brusques rend le processus oscille dans des tendances supérieurs ; toutefois, la 2eme période de production est plus stable et caractérisée par une oscillation aléatoire autour de la moyenne. La fluctuation de la densité influe sur la TVR, la 1^{ère} période est moins maitrisée alors que la 2^{ème} période est mieux suivie. L'indice d'octane de ce produit présent une oscillation plus stable que les autres paramètres sauf que la limite de contrôle inférieure est proche de la limite de surveillance. En résumant ; ce processus mérite aussi un suivi plus vigilant surtout qu'il rentre directement dans la production finale de l'essence.

Bibliographie

Références

- [1] Wauquier.J.P, Le raffinage du pétrole: Pétrole brut, produits pétroliers, Schémas de fabrication (vol.1), Editions OPHRYS, 1994.
- [2] X-NORMAND.A-TRIEL, Industrie du raffinage du pétrole (tome 1), paris: Edition Technip, 1985.
- [3] P. Wuithier, Raffinage et génie chimique, Tome 2, Edition technip, 1972.
- [4] J.F.GRAVIER, Propriétés des fluides de gisements (tome2), Classification suivant le facteur de caractérisation Kuop: Edition Technip, 1986.
- [5] R. S.Kraus, Encyclopédie de sécurité et de santé du travail le raffinage de pétrole partie XII, industrie chimiques et parachimiques chapitre 78, 3ème édition française.
- [6] M. D. Boulaares Messai, *étude des pertes de charge dans un tronçon de train de préchauffage du topping U 11 de la RA1/K*, Boumerdès, 2004.
- [7] G. J.C, *carburants liquides , caractéristiques et principes généraux, technique d'ingénieur*, France, 2011.
- [8] C. E. Chitour, *Raffinage (tome1), les propriétés physiques des hydrocarbures et des fractions pétrolières*, Place centrale de Ben Aknoun (Alger).
- [9] «Formation au niveau de Sonatrach, Contrôle qualité et comparaison des essences.,» Arzew.
- [10] *Manuel opératoire carburants M-PROD-02.*
- [11] *Guide d'intervention chimique essence sans plomb.*
- [12] D. E. Pillet M, *Optimisation de la taille des échantillons dans le cas des systèmes multi-générateur-contrôle industriel*, France, 1997.
- [13] «H.A.S (Haute Autorité de Santé), maîtrise statistique des processus en santé-Comprendre et expérimenter-,» 2004. [En ligne]. Available:

http://www.hassante.fr/portail/upload/docs/applications/pdf/Maitrise_statistique_processus_guide.pdf.

- [14] P. A. Brunshwig G, *Maitrise statistique des processus (MSP) -Utilisation des cartes de controles .Technique d'ingenieur*, 2006.
- [15] M. D. Djamel, *Seminaire Maitrise Statistique des Processus (SPC)*, 2018.
- [16] V. E. Downs J. J, *A plant- wide industrial process control problem,Computers Chemical Engineering*, 1993, pp. pp.245-255.
- [17] «Controle statistique de la qualité dans l'industrie :la maitrise statistique de processus (la carte de controle moyenne de Shewart),» *International Journal on inovation & Financial Strategies(IFS)*.
- [18] H. M. Alouane B, *Mémoire Master Mise en place d'un système préventive pour une meillieure maitrise statistique du processus*, 2019.

