



Faculté : TECHNOLOGIE

Département : GENIE DES PROCEDES

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : .Génie des Procédés

Spécialité :Génie Chimique

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Contrôle statistique de la qualité d'un produit pétrolier. Cas :
Kérosène -Raffinerie de Hassi Messaoud

Présenté par : ROUABHIA Maroua

FOUGHALI Chaima

Encadrant : *Guilane Sarra*

MCB

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

Jury de Soutenance :

Djerad Souad	Pr	UBMA	Président
Guilane Sarra	MCB	UBMA	Encadrant
Moumeni Ouarda	MCA	Université	Examineur

Année Universitaire : 2022/2023

Résumé

Ce mémoire de maîtrise en statistique porte sur l'étude du kérosène, un carburant essentiel à l'industrie de l'aviation. L'objectif principal de cette recherche est d'analyser statistiquement les paramètres du kérosène afin d'améliorer la compréhension de leur variabilité, de leur distribution et de leur impact sur les performances des moteurs d'avion.

La collecte de données fiables et représentatives a été effectuée, et une analyse rigoureuse a été réalisée pour extraire des informations significatives. Différentes méthodes statistiques ont été utilisées, telles que l'analyse descriptive, l'analyse de tendance, la corrélation et la régression, afin d'explorer les relations entre les paramètres du kérosène.

Les résultats de cette étude ont permis d'identifier les paramètres clés du kérosène et de comprendre leur impact sur les performances aéronautiques. Des critères de contrôle de la qualité ont été établis, facilitant la détection des écarts et des anomalies potentielles. De plus, l'optimisation des processus de production, de stockage et de distribution du kérosène a été abordée en utilisant les informations statistiques obtenues.

Ce mémoire contribue ainsi à l'amélioration de la qualité du kérosène, à l'optimisation des opérations aériennes et à une gestion plus efficace des ressources. Les résultats obtenus offrent des perspectives précieuses pour l'industrie de l'aviation, les compagnies aériennes, les raffineries de pétrole et les organismes de régulation.

Cette recherche ouvre également des pistes pour des travaux futurs, tels que l'analyse de l'impact environnemental du kérosène ou l'utilisation de techniques statistiques avancées pour une meilleure modélisation des paramètres du kérosène.

En conclusion, ce mémoire de maîtrise en statistique sur le kérosène apporte une contribution significative à la compréhension et à l'optimisation de ce carburant crucial pour l'aviation. Les résultats obtenus constituent une base solide pour des recherches ultérieures et des initiatives visant à renforcer l'efficacité, la sécurité et la durabilité de l'industrie aéronautique.

Abstract

This master's thesis in statistics focuses on the study of kerosene, a fuel essential to the aviation industry. The main objective of this research is to statistically analyze the parameters of kerosene in order to improve the understanding of their variability, their distribution and their impact on the performance of aircraft engines.

Collection of reliable and representative data was carried out, and rigorous analysis was carried out to extract meaningful information. Different statistical methods were used, such as descriptive analysis, trend analysis, correlation and regression, in order to explore the relationships between kerosene parameters.

The results of this study made it possible to identify the key parameters of kerosene and to understand their impact on aeronautical performance. Quality control criteria have been established, facilitating the detection of discrepancies and potential anomalies. In addition, the optimization of kerosene production, storage and distribution processes was addressed using the statistical information obtained.

This thesis thus contributes to the improvement of the quality of kerosene, to the optimization of air operations and to a more efficient management of resources. The results obtained provide valuable insights for the aviation industry, airlines, oil refineries and regulators.

This research also opens avenues for future work, such as the analysis of the environmental impact of kerosene or the use of advanced statistical techniques for better modeling of kerosene parameters.

In conclusion, this master's thesis in kerosene statistics makes a significant contribution to the understanding and optimization of this crucial fuel for aviation. The results obtained form a solid basis for further research and initiatives aimed at improving the efficiency, safety and sustainability of the aviation industry.

Dédicace

*À mes parents ma sœur et mes frères, pour leur amour, leur soutien
inconditionnel et leurs encouragements tout au long de ce
parcours académique. Votre amour et vos sacrifices ont été une
source constante de motivation.*

À mes amis ASMA, CHAIMA et ma belle NESRINE.

A tous les gens qui m'aiment.

(Maroua).

Dédicace

A ma grand-mère Aïcha

C'est à la personne la plus idéale dans ce monde, que je le dédie C'est vrai quelle n' est pas avec nous pour récolter le fruit de ses sacrifices, mais, elle reste toujours la plus présente.

A mes chers parents

Aucun hommage ne pourrait être à l' hauteur de l'amour & de l'affection dont ils ne cessent de nous la combler. Qu'ils trouvent dans ce travail un témoignage de nos profonds amours et éternelles. reconnaissances

Et que dieu leur procure la bonne santé et la longue vie.

A mon cher frère « Mourad » et ma chère sœur « Abir »

Qu'ils trouvent l'expression de mes grands attachements.

Qu'ils trouvent le témoignage de mes immenses affections.

En leurs souhaitant la réussite et le bonheur.

A mes chers amis

Une pensée très spéciale envers nos collègues et nos amis pour leur soutien moral et leur esprit de groupe

Ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet

Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Leur soutien et leur collaboration ont été essentiels pour mener à bien ce travail de recherche.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Leur soutien et leur collaboration ont été essentiels pour mener à bien ce travail de recherche.

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GENERALE	2
-----------------------	---

PARTIE I

Maitrise statistique de la qualité

INTRODUCTION	5
I.MAITRISE STATISTIQUE DE LA QUALITE	5
I.1.HISTORIQUE :	5
I.1.1. Concepts de la M.S.P :	6
I.1.2. Bénéfices de la MSP :	6
I.2.Les avantages de la MSP :	7
I.3. Les inconvénients de la MSP :	7
I.4.Le rôle de la MSP :	8
I.5.LA QUALITE :	9
I.5.1. Définition :	9
I.5.2. Le rôle de qualité :	10
I.6.LE CONTROL DE QUALITE D'UN PRODUIT INDUSTRIEL :	11
I.6.1. Définition :	11
I.6.2. Laboratoire de contrôle industriel :	11
I.6.3. L'OBJECTIF DES CONTROLES TERMINAUX :	11
I.6.4. Types de contrôle :	12
I.7.CONTROL STATISTIQUE DE QUALITE :	12
I.7.1. Définition :	12
I.7.2. PRINCIPE DE BASE :	12

I.7.3. LES DIFFERENTS OUTILS STATISTIQUES :	14
CONCLUSION	17

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE I	19
--	----

Partie II

Généralités sur le kérosène

INTRODUCTION	21
II. Généralités sur le kérosène	21
II.1. Présentation de lieu de stage	21
II.1.1. La raffinerie RHM2	21
II.1.2. Les sections de raffinerie	22
II.2. Les caractéristiques des équipements étudiés	26
II.2.1. Le bac de stockage du brut	26
II.2.2. La pompe de charge	27
II.2.3. L'échangeur E-201101/1, 2	28
II.2.4. Le Four F-201101	29
II.2.5. La colonne atmosphérique C-201-102	29
II.2.6. Le bac de résidu	30
II.2.7. Le ballon D-201 201	32
II.3. Définition du Kérosène	32
II.4. La composition de kérosène	33
II.5. Les propriétés de kérosène	34
II.6. Types du kérosène	35
II.7. Application Générale	36
II.8. Les avantages de kérosène	36

II.9. Les inconvénients de kérosène	37
II.10. Les carburants qui peuvent remplacer le kérosène	37
II.11. L'effet de kérosène sur l'environnement et l'homme	38
II.12. Caractéristique du kérosène	39
II.12.1. Distillation ASTM	39
II.12.2. Acidité totale	42
II.12.3. Point d'éclair	43
II.12.4. Densité	45
II.12.5. Point de congélation	46
II.12.6. Point de fumée	48
II.12.7. Conductivité électrique	49
II.13. Les analyses effectuées sur kérosène	51
Conclusion	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE II	52

PARTIE III

Exploitation Des Données

INTRODUCTION	54
III. Exploitation Des Données	55
III.1. LES RESULTATS DANALYSE DES PARAMETRES ETUDIE	55
III.2. STATISTIQUE ALIMENTAIRE	57
III.3. CARTES DE CONTROLE :	57
CONCLUSION	60
CONCLUSION GENERALE	62

LISTE DES FIGURES

PARTIE I

MAITRISE STATISTIQUE DE LA QUALITE

Figure I.1 : Exemple théorique d'une carte de contrôle.	15
Figure I.2 : Les limites de décision.	16

PARTIE II

MAITRISE STATISTIQUE DE LA QUALITE

Figure II.1 : Schéma synoptique de la raffinerie.	22
Figure II.2 : Schéma de process topping.	24
Figure II.3 : L'échangeur.	28
Figure II.4 : Le four.	29
Figure II.5 : Colonne atmosphérique.	30
Figure II.6 : Bac de stockage de résidu.	31
Figure II.7 : Ballon de reflux.	32
Figure II.8 : Distillation ASTM.	40
Figure II.9 : Mesure de l'acidité.	43
Figure II.10 : Appareil pour mesurer point d'éclair.	44
Figure II.11 : Appareil pour mesurer la densité.	46
Figure II.12 : Appareil pour mesurer le point de congélation.	47
Figure II.13 : Appareil pour mesurer le point de fumée.	48
Figure II.14 : Appareil pour mesurer la conductivité.	50

PARTIE III

EXPLOITATION DES DONNEES

Figure III.1 : Carte de contrôle du paramètre : densité.	58
Figure III.2 : Carte de contrôle du paramètre : acidité.	58
Figure III.3 : carte de contrôle du paramètre : conductivité.	59
Figure III.4 : carte de contrôle du paramètre : PCI	59

LISTE DES TABLEAUX

PARTIE I

MAITRISE STATISTIQUE DE LA QUALITE

PARTIE II

GENERALITE SUR LE KEROSENE

Tableau II.1 : Caractéristique de bac de stockage	27
Tableau II.2 : Caractéristique de la pompe	27
Tableau II.3 : Caractéristique d'échangeur	28
Tableau II.4 : Caractéristique de bac de stockage de résidu	31
Tableau II.5 : Caractéristique de ballon de reflux.	32
Tableau II.6 : Spécifications du Kérosène (la charge).	39
Tableau II.7 : Les spécifications de kérosène	51

PARTIE III

EXPLOITATION DES DONNEES

Tableau III.1 : les analyses	55
Tableau III.2 : Les outils statistiques : moy, écart type et Cv	57

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le raffinage du pétrole désigne l'ensemble des traitements et transformations, visant à tirer le maximum de produits pétroliers à haute valeur commerciale selon l'objectif visé.

En général, ces procédés sont trouvés dans les raffineries. Une raffinerie est un endroit où l'on traite le pétrole pour extraire les fractions commercialisables comme la raffinerie de RHM2.

La raffinerie de RHM2 produit beaucoup des produits finis. Dans notre travail nous avons focalisé le kérosène.

Le kérosène est un carburant liquide utilisé principalement comme carburant pour les avions. En raison de son importance dans l'industrie de l'aviation, de nombreux efforts ont été déployés pour améliorer la qualité du kérosène, réduire son coût et minimiser son impact environnemental. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce mémoire.

Ce mémoire vise à examiner les différents aspects du kérosène, en se concentrant sur les méthodes de production, les propriétés physico-chimiques, les normes de qualité, les défis environnementaux et les perspectives d'avenir. La recherche s'appuiera sur une analyse critique de la littérature existante, ainsi que sur des études expérimentales pour approfondir la compréhension de ces aspects.

Le mémoire a pour objectif de contribuer à la compréhension de la production et de l'utilisation du kérosène, ainsi qu'à l'amélioration de sa qualité et de son impact environnemental. Les résultats de cette recherche pourraient avoir des implications importantes pour l'industrie de l'aviation et pourraient contribuer à des avancées significatives dans le domaine de l'énergie durable.

Le sujet de notre projet de fin d'étude s'inscrit dans cette thématique. Le travail est divisé en trois parties : la première partie contient une étude bibliographique sur la section de traitement de kérosène et les opérations préliminaires avant la mise en service de la section, et la méthode de maîtrise statistique des procédés. Dans la deuxième partie nous allons présenter les analyses de kérosène et les résultats

En outre, la troisième partie est concernée de suivi de la qualité du kérosène par l'évaluation statistique pour améliorer la production.

Enfin, nous terminons ce modeste travail par une conclusion générale est une annexe contient ce sujet de mémoire

PARTIE I
MAITRISE STATISTIQUE DE LA QUALITE

INTRODUCTION

La Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) est une méthode de gestion de la qualité qui utilise des outils statistiques pour surveiller et améliorer les processus de production. Elle vise à maintenir la qualité constante et à minimiser les variations du processus, afin d'assurer une performance optimale et une satisfaction du client élevée. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette thèse de recherche.

Cette thèse a pour objectif d'examiner la méthode de Maîtrise Statistique des Procédés sous différents angles. Elle se concentrera sur l'utilisation des outils statistiques tels que les cartes de contrôle, les analyses de variance, et les plans d'expérience pour surveiller et améliorer les processus de production. Elle abordera également des sujets tels que la mise en œuvre de la MSP dans diverses industries, les défis rencontrés lors de la mise en œuvre et les meilleures pratiques pour surmonter ces défis.

La recherche s'appuiera sur une analyse critique de la littérature existante, ainsi que sur des études empiriques pour approfondir la compréhension de la méthode de MSP. Les résultats de cette recherche pourraient contribuer à une meilleure compréhension de la MSP et pourraient être appliqués dans diverses industries pour améliorer la qualité du processus de production et la satisfaction du client.

I. Maîtrise statistique de la qualité

I.1.HISTORIQUE :

C'est en 1929 que Shewhart a présenté sa célèbre « Control Chart », ouvrant ainsi la voie à une nouvelle discipline qu'est la M.S.P (Maîtrise Statistique des Procédés). Tout d'abord oubliée, ce n'est que dans les années 60 que Deming a su insuffler un regain d'intérêt à cette technique. En effet, les japonais avaient déjà compris l'enjeu que représentait la qualité au lendemain de la deuxième guerre mondiale.

La M.S.P. sous ses différentes formes constitue aujourd'hui le fer de lance d'une stratégie de prévention. La M.S.P. n'est pas à elle seule synonyme de qualité, on la conjugue avec d'autres outils tels que les plans d'expérience, les techniques de régression.

[1]

I.1.1. Concepts de la M.S.P :

La norme française AFNOR X06030 définit la Maîtrise Statistique des procédés comme suit :

- La MSP est un ensemble d'actions pour évaluer, régler et maintenir un procédé de production en état de fabriquer tous ses produits conformes aux spécifications retenues et surtout avec des caractéristiques stables dans le temps.
- La MSP est un des éléments dynamiques du système qualité, et à ce titre, concourt à l'amélioration permanente de la production.
- La MSP ne se limite pas à l'établissement de carte de contrôle et à leur exploitation pour régler des machines et maîtriser un procédé, comme on le pense souvent, mais c'est une suite d'analyses qui comprennent : une réflexion sur le procédé, l'identification des caractéristiques significatives de ces procédés, du produit et des tolérances nécessaires, la validation de l'outil de production et de son aptitude à fournir ce qu'on attend de lui, et enfin la mise en place de carte de contrôle.
- La MSP est une méthode préventive qui vise à amener le procédé au niveau de qualité requis et à l'y maintenir grâce à un système de surveillance qui permet de réagir rapidement et efficacement à toute dérive, en évitant ainsi la production massive de non conformes.

I.1.2. Bénéfices de la MSP :

Les bénéfices de l'implantation de la MSP sont multiples. La norme AFNOR-X0630 les résume comme suit :

- L'effet principal recherché : l'amélioration de la production et de la productivité, c'est-à-dire : constance des caractéristiques des produits fournis et diminution des coûts (rebuts, retouches, rationalisation des plans de contrôle, conformité aux spécifications)
- L'amélioration des échanges verticaux et horizontaux dans la structure hiérarchique de l'entreprise (la MSP fournit les éléments d'un langage commun)
- L'amélioration de la démarche de résolution de problèmes de qualité en production (la MSP facilite la recherche des causes et la mesure du résultat des actions)
- L'amélioration puis la maîtrise des procédures, des produits et procédés (sentiment de sécurité avant livraison)

I.2. Les avantages de la MSP :

La méthode de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) est un ensemble de techniques statistiques qui permettent de surveiller et de contrôler les processus de production afin de garantir la qualité constante des produits ou services. Voici quelques-uns des avantages de la MSP:

- **Amélioration de la qualité :** La MSP permet de détecter rapidement les variations du processus de production et d'apporter des corrections pour éviter que des produits défectueux ne soient produits. Cela garantit une qualité constante des produits ou services fournis aux clients.
- **Réduction des coûts :** En évitant les défauts et les retours, la MSP permet de réduire les coûts de production. De plus, elle permet d'optimiser les ressources en éliminant les étapes inutiles ou redondantes du processus.
- **Amélioration de la productivité :** La MSP permet d'identifier les goulots d'étranglement et les temps morts du processus, ce qui permet de les éliminer et d'optimiser la production. Cela se traduit par une amélioration de la productivité et une réduction des temps de cycle.
- **Optimisation du processus :** La MSP permet de comprendre en détail le processus de production et d'identifier les facteurs qui ont une influence significative sur la qualité des produits. Cela permet de définir des limites de contrôle et de mettre en place des mesures correctives pour optimiser le processus.
- **Satisfaction du client :** La MSP permet de garantir une qualité constante des produits ou services fournis aux clients, ce qui se traduit par une satisfaction élevée des clients et une fidélisation accrue.
- **En somme,** la MSP est un outil essentiel pour les entreprises qui cherchent à améliorer leur qualité, à réduire leurs coûts et à optimiser leur processus de production. En garantissant une qualité constante des produits ou services fournis aux clients, la MSP contribue à la réussite à long terme de l'entreprise.

I.3. Les inconvénients de la MSP :

Bien que la méthode de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) offre de nombreux avantages, elle peut également présenter certains inconvénients. Voici quelques-uns des inconvénients potentiels de la MSP :

- **Coût** : La mise en place d'un système MSP peut nécessiter des investissements significatifs en termes de formation, de ressources humaines et de matériel. Les coûts de mise en place peuvent être élevés pour les petites entreprises en particulier.
- **Complexité** : La MSP utilise des outils statistiques sophistiqués qui peuvent être difficiles à comprendre et à utiliser pour les personnes qui n'ont pas une formation en statistique. La complexité des outils peut également rendre la mise en place du système MSP difficile.
- **Collecte et analyse des données** : La MSP repose sur la collecte et l'analyse de données précises pour surveiller et contrôler les processus de production. La collecte et l'analyse des données peuvent être chronophages et peuvent nécessiter des compétences spécifiques.
- **Résistance au changement** : La mise en place d'un système MSP peut nécessiter des changements importants dans les processus de production et dans la culture d'entreprise. Certains employés peuvent résister au changement et à la mise en place de nouveaux processus.
- **Risque d'erreur** : Bien que la MSP soit conçue pour minimiser les erreurs de production, elle peut parfois produire des résultats erronés si les données sont mal collectées ou mal analysées. Les erreurs de mesure peuvent également entraîner des résultats inexacts.

En somme, la MSP offre de nombreux avantages pour améliorer la qualité et la productivité des processus de production, mais il convient de considérer les inconvénients potentiels liés à la mise en place de cette méthode. Les entreprises doivent évaluer soigneusement les coûts et les avantages de la MSP avant de la mettre en œuvre, et veiller à ce que les employés soient formés et prêts à adopter cette nouvelle méthode.

I.4. Le rôle de la MSP :

La méthode de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) a pour rôle de surveiller et de contrôler les processus de production afin d'assurer une qualité constante des produits ou services fournis aux clients. Elle repose sur des techniques statistiques qui permettent de mesurer et d'analyser les données du processus de production afin de détecter

rapidement les variations du processus et de prendre des mesures correctives pour éviter que des produits défectueux ne soient produits.

Le rôle de la MSP est donc de garantir la conformité aux spécifications de qualité, de réduire les coûts de production en évitant les défauts et les retours, d'optimiser les ressources en éliminant les étapes inutiles ou redondantes du processus, d'améliorer la productivité en éliminant les goulots d'étranglement et les temps morts, et de satisfaire les clients en garantissant une qualité constante des produits ou services fournis.

La MSP permet également d'optimiser le processus de production en identifiant les facteurs qui ont une influence significative sur la qualité des produits et en définissant des limites de contrôle pour garantir la stabilité du processus. Elle peut également contribuer à la prise de décisions éclairées en matière d'amélioration continue en fournissant des données précises sur le processus de production.

En somme, le rôle de la MSP est de garantir une qualité constante des produits ou services fournis aux clients, de réduire les coûts de production, d'optimiser les ressources et d'améliorer la productivité en surveillant et en contrôlant les processus de production à l'aide de techniques statistiques. La MSP est un outil essentiel pour les entreprises qui cherchent à améliorer leur qualité, à réduire leurs coûts et à optimiser leur processus de production.

I.5.LA QUALITE :

I.5.1. Définition :

La qualité est définie par plusieurs auteurs et spécialistes, selon JOSEPH JURAN, la mission fondamentale de toutes entreprises de service est de fournir un service qui répond aux besoins de ses clients, cette mission essentielle (satisfaire les besoins de la clientèle) nous donne une première définition de la qualité

« QUALITE = APTITUDE A L'EMPLOI » [2].

La qualité est définit aussi comme : « L'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des consommateurs » [3].

Selon GUY LAUDOYER, « la qualité d'un produit ou d'un service est constituée de l'ensemble de ses caractéristiques et aspects appréciables par le client et qui satisfont ses exigences et ceci, pour un prix donné. »[4].

Selon l'AFNOR :

La qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire les besoins de ses utilisateurs " [5].

Il découle de ces définitions les exigences suivantes :

- La recherche de la satisfaction nécessite une analyse du point de vue de l'utilisateur lorsqu'une entreprise fabrique un produit ou conçoit un service, elle doit faire en sorte que ce produit ou ce service soit apte à satisfaire les besoins de ses clients. Ces besoins sont de deux types : Il peut s'agir soit d'un besoin défini par l'utilisateur dans un contrat ou une commande, soit d'un besoin latent chez un grand nombre d'utilisateurs potentiels ; ce besoin est défini par le producteur par l'intermédiaire d'une étude de marché.
- L'expression " aptitude à satisfaire les besoins " doit être traduite en un langage qui peut être compris par tous ceux qui participent à la fabrication du produit. Le langage utilisé pour décrire le produit est constitué par la caractéristique qualité. Les caractéristiques varient en fonction de la nature des produits fabriqués. S'il s'agit par exemple, d'un produit alimentaire, les caractéristiques seront liées au poids, au volume, à la teneur en matière grasse, en sucre, en colorant...etc.

1.5.2. Le rôle de qualité :

La qualité joue un rôle crucial dans tous les domaines, car elle est un élément essentiel de la satisfaction du client et de la réussite de toute entreprise ou organisation. Elle peut être définie comme la mesure dans laquelle un produit ou un service répond aux exigences et aux attentes du client.

Dans le domaine de la fabrication, la qualité est importante pour garantir que les produits sont fabriqués conformément aux normes établies, ce qui contribue à la sécurité des produits et à la satisfaction des clients. Dans le domaine des services, la qualité est cruciale pour assurer la satisfaction des clients et leur fidélité, car elle peut affecter directement la qualité de l'expérience client.

Dans les domaines de la santé, de l'éducation et du gouvernement, la qualité est importante pour garantir que les services fournis répondent aux normes éthiques, professionnelles et réglementaires établies, et qu'ils répondent aux besoins des citoyens et des patients. En outre, la qualité est un élément clé de la réputation de l'organisation, car elle est souvent utilisée pour mesurer la confiance et la satisfaction des clients.

En fin de compte, la qualité joue un rôle important dans la réussite de toute entreprise ou organisation, car elle est un élément clé de la satisfaction du client et de la loyauté. Elle peut aider à renforcer la réputation de l'entreprise, à améliorer l'efficacité et la productivité, à réduire les coûts et à accroître la rentabilité à long terme.

I.6.LE CONTROL DE QUALITE D'UN PRODUIT INDUSTRIEL :

I.6.1. Définition :

Toute procédure, toute règle ou tout mécanisme mis en place pour offrir l'assurance raisonnable que l'organisation atteindra ses objectifs. Sont inclus, la protection des actifs, la reddition de compte fiable, exacte et en temps opportun de l'information financière et de gestion, l'emphase sur l'efficacité et l'efficience opérationnelle et la conformité aux lois, règlements, politiques et procédures.

I.6.2. Laboratoire de contrôle industriel :

Au niveau de l'entreprise SONATRACH- division raffinerie notre lieu de stage de fin d'étude- il existe un laboratoire intégré laboratoire RHM2 ; comme fonction il a la charge des contrôles des produits entrants, des certains produits intermédiaires et de contrôle de la matière sortante c.-à-d. le produit fini (et c'est ce qui nous intéresse dans notre recherche).

I.6.3. L'OBJECTIF DES CONTROLES TERMINAUX :

- Protéger l'environnement des déchets dangereux
- Déclaration rapide des écarts avant la commercialisation dans tous les cas
- Protéger le personnel contre la toxicité
- Identifier les problèmes et les résoudre pour atteindre un équilibre entre le travail fourni et le niveau de résultat atteint ;
- Supprimer les produits non conformes ou défectueux avant publication ;

I.6.4. Types de contrôle :

On distingue des contrôles de type préventif, de détection et compensatoire. Les contrôles de type préventif visent à éviter les erreurs et irrégularités. Les contrôles de détection visent à identifier les erreurs et irrégularités survenues afin d'y apporter les corrections appropriées. Les contrôles compensatoires offrent une assurance raisonnable lorsque le manque de ressources ne permet pas la mise en place de contrôles préventifs ou de détection.

I.7. CONTROL STATISTIQUE DE QUALITE :

I.7.1. Définition :

Le mot "statistique" signifie que nous avons affaire à des nombres, et plus particulièrement que nous traitons des nombres pour en tirer des conclusions.

Le mot "qualité" ne signifie pas seulement qu'un produit est bon ou mauvais. Il concerne les caractéristiques d'un objet ou d'un processus qui est mis à l'étude.

Le mot "contrôle" signifie que nous gardons une chose entre certaines limites, ou que nous conduisons une chose à se comporter comme nous le voulons.

Quand ces trois mots sont mis ensemble, le contrôle statistique de la qualité, appliqué à une opération de fabrication, signifie que nous étudions les caractéristiques de notre processus afin qu'il se comporte comme nous le voulons. [6].

I.7.2. PRINCIPE DE BASE :

Un processus est stable, sous contrôle statistique, si la variation de sa performance future est prévisible et demeure à l'intérieur des limites statistiques acceptables. Cela veut dire que, si on répète le travail de la même façon, on obtiendra le même résultat.

Pour obtenir de meilleurs résultats il faut améliorer le processus. Le contrôle statistique est basé sur les mesures du processus que l'on veut contrôler. Les mesures sont à définir et valider de façon à être représentatifs des choses que l'on veut contrôler.

Les causes de variation d'un procédé sont diverses et peuvent se résumer aux 7 M :

- METHODE (de travail, de réalisation, de conception, procédures, instructions...)
- MOYEN (machines, outillage, moyens de manutention, informatique, bureautique, logiciel...)
- MATIERE (matière première, en-cours, produits finis, documents d'entrée...)
- MILIEU (sécurité, environnement, ateliers, entrepôts, facteurs d'ambiance...)
- MAIN D'OEUVRE (opérateurs, formation, compétences...)
- MANAGEMENT (encadrement, organisation, Politique Qualité...)
- MESURE (moyen de mesure, capacité, vérification, calibration, étalonnage)

I.7.3. LES DIFFERENTS OUTILS STATISTIQUES :

I.7.3.1. Les outils statistiques élémentaires (calcul de la moyenne, écart-type, variance, intervalle de confiance ...) :

➤ **Moyenne (X) :**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i n_i x_i$$

Avec n : nombre de mesure et x : la variable mesurée

➤ **Ecart-type (ET) (σ) :**

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

➤ **La variance (V) :**

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

➤ **Coefficient de variation (CV %) :**

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100\%$$

➤ **Etendue :**

$$R t = \max (Y_i) - \min (Y_i)$$

I.7.3.2. CARTE DE CONTROLE :

Les cartes de contrôle sont des outils de la méthode de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) qui permettent de surveiller et de contrôler les processus de production en temps réel. Elles permettent de visualiser graphiquement les données du processus et de détecter rapidement les variations ou les dérives par rapport aux spécifications.

Les cartes de contrôle se composent d'un graphique sur lequel sont représentées les mesures successives d'une caractéristique de qualité (par exemple, la longueur d'un produit) en fonction du temps ou du numéro de lot. Cette représentation graphique permet de visualiser rapidement les tendances et les variations du processus de production.

Il existe plusieurs types de cartes de contrôle, dont les plus courantes sont :

La carte de contrôle individuelle (ou carte X) : Cette carte représente les mesures successives d'une caractéristique de qualité en fonction du temps ou du numéro de lot. Elle permet de visualiser les variations du processus de production et de détecter rapidement les écarts par rapport aux spécifications.

La carte de contrôle pour les moyennes (ou carte X-barre) : Cette carte représente la moyenne des mesures successives d'une caractéristique de qualité en fonction du temps ou du numéro de lot. Elle permet de visualiser les tendances du processus de production et de détecter rapidement les variations significatives.

La carte de contrôle pour les amplitudes (ou carte R) : Cette carte représente l'écart entre la plus grande et la plus petite mesure successive d'une caractéristique de qualité en fonction du temps ou du numéro de lot. Elle permet de visualiser les variations du processus de production et de détecter rapidement les écarts par rapport aux spécifications.

Les cartes de contrôle sont un outil essentiel de la MSP car elles permettent de surveiller et de contrôler les processus de production en temps réel, ce qui permet de détecter rapidement les variations et les écarts par rapport aux spécifications. Elles permettent également d'identifier les facteurs qui influent sur la qualité du produit et de prendre des mesures correctives pour améliorer le processus de production.

Une carte de contrôle, ou plus exactement un graphique de contrôle, est un document que l'on remplit au fur et à mesure que les données sont générées. Elle comporte un axe horizontal, sur lequel on indique le numéro chronologique, on l'utilise dans le domaine du contrôle de la qualité afin de maîtriser un processus.

Chaque nouvelle valeur du paramètre suivi (moyenne, écart type, étendue) donne lieu à un report sur la carte. Il existe une grande variété de cartes. Nous nous limiterons à la carte de contrôle par mesure des moyennes et étendues.

Les cartes de contrôle permettent de déterminer le moment où apparaît une cause particulière de variation d'une caractéristique, entraînant une altération du processus. Par exemple un processus de fabrication pourra être mis à l'arrêt avant de produire des pièces qui seront non conformes.

Les types de graphiques de contrôle les plus utilisés dans l'industrie sont les graphiques de contrôle de la moyenne et de l'étendue. Dans cette méthode, deux graphiques sont tracés et interprétés simultanément. [7].

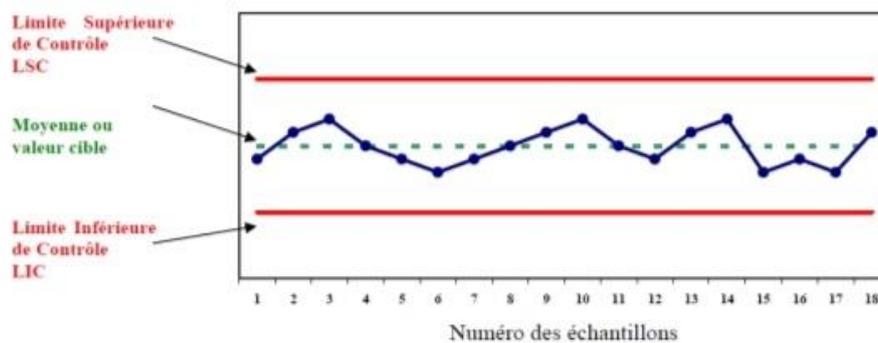


Figure I.1 : Exemple théorique d'une carte de contrôle

➤ Les limites de décision :

Les limites définies pour les résultats individuels sont habituellement fondées sur les valeurs de l'écart types. Elles peuvent être fixées à :

+3s: situation hors contrôle. Dans ce cas, on a deux limites (supérieure et inférieure) de contrôle LSC et LIC (ou LCS et LCT comme dans la figure) au-delà desquelles le résultat n'est pas accepté et les unités produites correspondantes sont rejetées.

+2s: déviation du procédé d'analyse. On a deux limites (supérieure et inférieure) d'alerte (ou surveillance) LSA et LIA (ou L.SS et LSI comme dans la figure).[7]

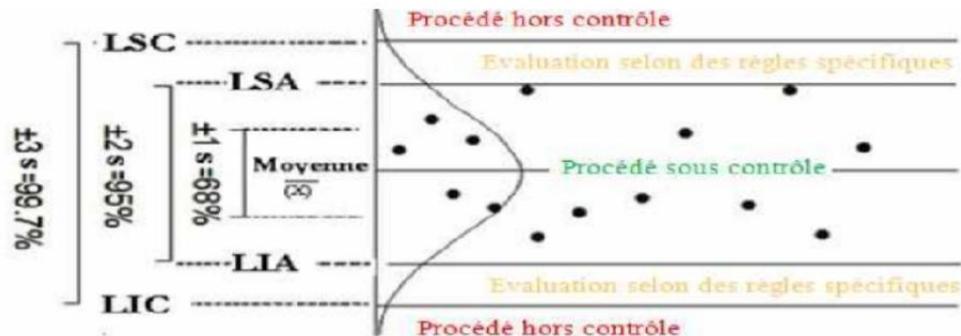


Figure 1.2 : Les limites de décision

➤ **Application des cartes de contrôle :**

- Visualisation de l'état du contrôle statistique
- Suivi d'un procédé / machine (monitoring) et signalisation d'une dérive du procédé / machine (hors contrôle)
- Détermination de la capacité du procédé / machine [8]

➤ **Création de carte de contrôle :**

- Préparer :

– Choisir la mesure – Déterminer comment collecter les données, l'échantillonnage, la taille, la fréquence
Création de cartes de contrôle.

- Collecter les données :

– Enregistrer les données

– Effectuer les calculs appropriés (moyenne, écart type...)

– Enregistrer les données dans la carte

- Déterminer les limites de contrôle :

– Ligne centrale (moyenne des mesures)

– Calculer des limites UCL, LCL (+/-3 sigma)

- Analyser et interpréter les résultats :

– Déterminer si le procédé est sous contrôle

– Éliminer les mesures hors contrôle

-Recalculer les limites de contrôle si besoin [8].

I.7.3.3. INDICE DE CAPABILITE :

La capabilité est l'aptitude d'un moyen de production ou d'un procédé de production à respecter les spécifications ; Elle est définie aussi par la performance demandée par rapport à la performance réelle de la machine ou du procédé.

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.

➤ **Les indices de capabilité procédée (Cp et Cpk) :**

L'indice de capabilité relève l'aptitude d'un processus à respecter des spécifications, à atteindre en permanence le niveau de la qualité souhaité. Il donne également le rapport entre la dispersion du processus (sa variabilité) et la plage entre les tolérances. On considérera un procédé de fabrication acceptable à partir de $CP \geq 1.33$

$$CPI = \frac{\mu - LIS}{3\sigma} \quad CPS = \frac{LSS - \mu}{3\sigma} \quad CPK = \min(CSP, CIP) \quad CP = \frac{LSS - LIS}{6\sigma}$$

Dont :

μ : moyenne

σ : écart type

LSS : limite supérieur de spécification

LIS : limite inférieur de spécification

CONCLUSION

En conclusion, ce mémoire a examiné la méthode de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) sous différents angles, en se concentrant sur l'utilisation des outils statistiques pour surveiller et améliorer les processus de production. Nous avons examiné les outils statistiques tels que les cartes de contrôle, les analyses de variance, et les plans d'expérience, ainsi que les avantages de la MSP dans diverses industries.

Nous avons également examiné les défis rencontrés lors de la mise en œuvre de la MSP, tels que la collecte et l'analyse des données, l'interprétation des résultats et la résolution des problèmes. Nous avons souligné l'importance d'une formation adéquate des employés, d'une culture d'amélioration continue et d'une communication efficace entre les différentes parties prenantes.

Enfin, nous avons souligné l'importance de la MSP dans la gestion de la qualité et la satisfaction du client, ainsi que sa contribution à la rentabilité à long terme des entreprises. Nous avons conclu que la méthode de MSP est une approche efficace pour surveiller et améliorer les processus de production, et que son utilisation peut aider les entreprises à atteindre des niveaux élevés de qualité, de performance et de satisfaction du client.

Référence : à refaire

- [1] Thèse présentée à l'école supérieure d'ingénieurs d'Annecy (esia) université de Savoie 2006 - <https://fr.scribd.com/document/48088142/theseduclos>
- [2] Juran (J), « La qualité de service dans les entreprises », éd d'organisation, Paris, 2001, P.11.
- [3] Kotler Philip et Autres, « Marketing Management », édition Union Public ,10e édition, Paris, 2000, P. 90.
- [4] LAUDOYER (G), « La certification ISO9000, un moteur pour la qualité », édition d'organisation, Paris, 2002, P.57.
- [5] Jean-Marie CHATELET, « Méthodes productique et qualité », Ellipses, paris, 1996, p.12.
- [6] Jean-MARIE, manuel du contrôle statistique de la qualité, gogue,2012.
- [7] Les cartes de contrôle Qualité Online - <http://www.qualiteonline.com/dossier-38-lescartes-de-controles.html>
- [8] Christophe ROUSSEAU, maîtrise statistique des procédés (msp), page 44, 2014

PARTIE II
GENERALITE SUR LE KEROSENE

INTRODUCTION

Le kérosène est un produit pétrolier raffiné qui est utilisé comme carburant pour les avions à réaction et les turbines à gaz. En raison de sa haute densité énergétique, de sa stabilité à haute température et de sa faible volatilité, le kérosène est un choix idéal pour les applications aéronautiques.

Cependant, avec l'augmentation de la demande de kérosène dans le monde, il est devenu nécessaire d'assurer la qualité et la sécurité de ce produit, notamment en ce qui concerne ses propriétés physico-chimiques et ses performances lors de la combustion.

Le présent mémoire de recherche a pour objectif d'étudier les différentes caractéristiques du kérosène et de proposer des méthodes pour évaluer et améliorer sa qualité. Nous examinerons les spécifications réglementaires du kérosène, les normes internationales en vigueur et les procédures de test pour évaluer la qualité du kérosène.

Nous nous intéresserons également à l'impact de la qualité du kérosène sur les performances des avions et des turbines à gaz, ainsi qu'à l'impact environnemental de son utilisation. Nous discuterons des mesures qui peuvent être prises pour réduire l'impact environnemental du kérosène, comme l'utilisation de biocarburants et d'autres technologies de substitution.

Enfin, nous proposerons des recommandations pour améliorer la qualité du kérosène et pour optimiser les processus de production, en utilisant des méthodes de Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) et d'autres techniques avancées d'analyse de données.

Ce mémoire de recherche contribuera à la compréhension des enjeux liés à la qualité du kérosène, ainsi qu'à l'identification de méthodes et d'outils pour évaluer et améliorer la qualité de ce produit pétrolier crucial pour l'industrie aéronautique.

II. Généralités sur le kérosène

II.1. Présentation de lieu de stage :

II.1.1. La raffinerie RHM2 :

La nouvelle raffinerie de Hassi Messaoud se trouve au complexe industriel sud (CIS) est située à 3 km au sud de Hassi Messaoud. Elle est conçue en Juin 1979.

La raffinerie est conçue pour traiter le brut de HMD provenant du centre de production de Sonatrach avec une capacité de 1070000 t/an. Pour satisfaire les besoins en carburant locaux.

La raffinerie comporte les services suivants :

- Service exploitation.
- Service contrôle (laboratoire).
- Service maintenance (mécanique, électrique, instrumentation)
- Service sécurité.

II.1.2. Les sections de raffinerie :

La RHM2 est composée de 04 unités :

- U200 : Distillation atmosphérique
- U300 : Pré traitement du naphta (Hydrodésulfuration)
- U800 : Reforming Catalytique
- U900 : Stockage, pomperie d'expédition et Utilité.

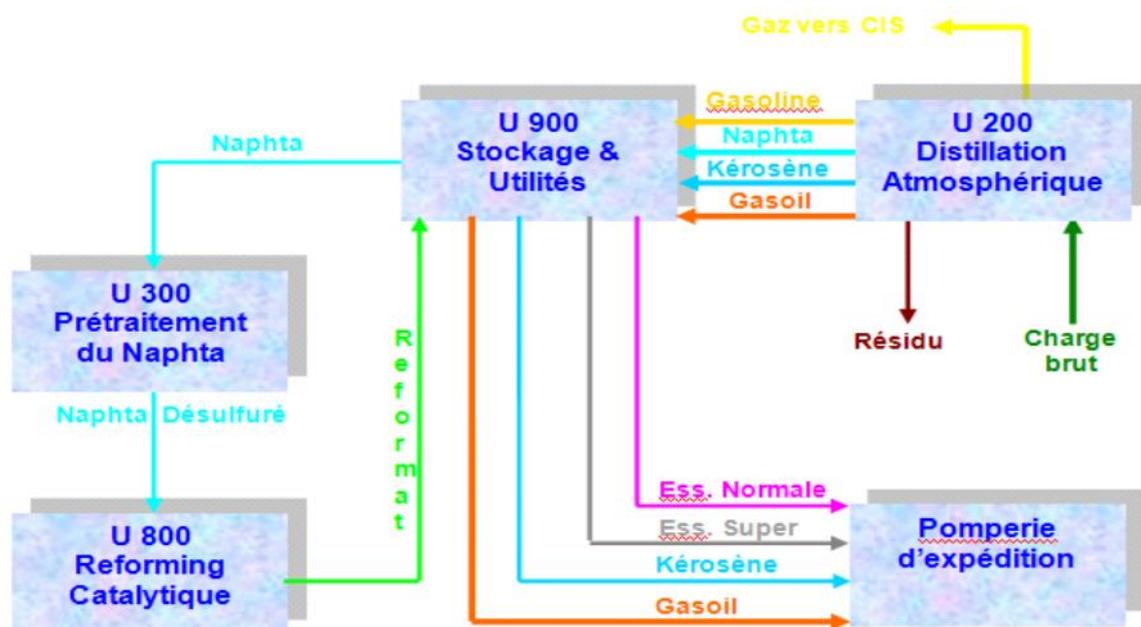


Figure II.1 : Schéma synoptique de la raffinerie.

✓ **Unité U200: Distillation atmosphérique :**

L'opération de Topping est une distillation atmosphérique du brut, dans cette unité on travaille à des pressions basses et de très haute température 320°C (détention du brut).

Définition de la distillation :

La distillation est une opération physique de séparation elle permet de séparer un mélange complexe en plusieurs produits en exploitant leurs différences de volatilités, de température d'ébullition et de densité,

Ces produits sont répartis selon les besoins dans :

Le distillat D, obtenu en tête de colonne ; il est surtout riche en constituants volatiles.

Les produits intermédiaires, obtenus par des soutirages latéraux dans la colonne, leurs compositions dépendent des positions du soutirage dans les trois zones de la colonne : l'épuisement, la rectification, la zone d'alimentation

Le résidu R, sorti en fond de colonne, il contient beaucoup plus les constituants lourds.

Le brut passe dans le four et à travers la colonne de distillation, il va y avoir le dépôt de chaque produit suivant sa densité. Puis en fait le soutirage de chacun d'eux.

Les produits soutirés sont :

- Naphta
- Gazoline
- Gas-oil.
- Kérosène.

✓ **Unité U300 : Pré traitement du naphta (Hydrodésulfuration)**

Le prétraitement du naphta est un procédé d'hydrorafinage, le but prétraitement est de réduire la quantité de soufre, ainsi que d'autre impuretés tel que : l'azote, oxygène, arsenic etc.....afin d'éviter l'empoisonnement du catalyseur du reforming.

Le catalyseur utilisé dans ce procédé est le : **CoMo**/Al₂O₃

✓ **Unité U800 : Reforming Catalytique**

La matière première de cette section c'est le naphta désulfuré, le but du reforming catalytique est de transformer les hydrocarbures à bas nombre d'octanes en hydrocarbures à nombre d'octane élevés, ces dernier forme la base d'une essence normale ou super.

✓ **Unité U900 : Stockage, pomperie d'expédition et Utilité**

Les produits de la raffinerie sont stockés dans 16 bacs de stockage :

- 5 bacs de réformât.
- 3 bacs de gas-oil.
- 2 bacs de kérosène.
- 1 bac de naphta.
- 1 bac de gazoline.
- 2 bacs d'essence normale
- 1 bac d'essence super

II.1.3. Description de l'unité Topping:

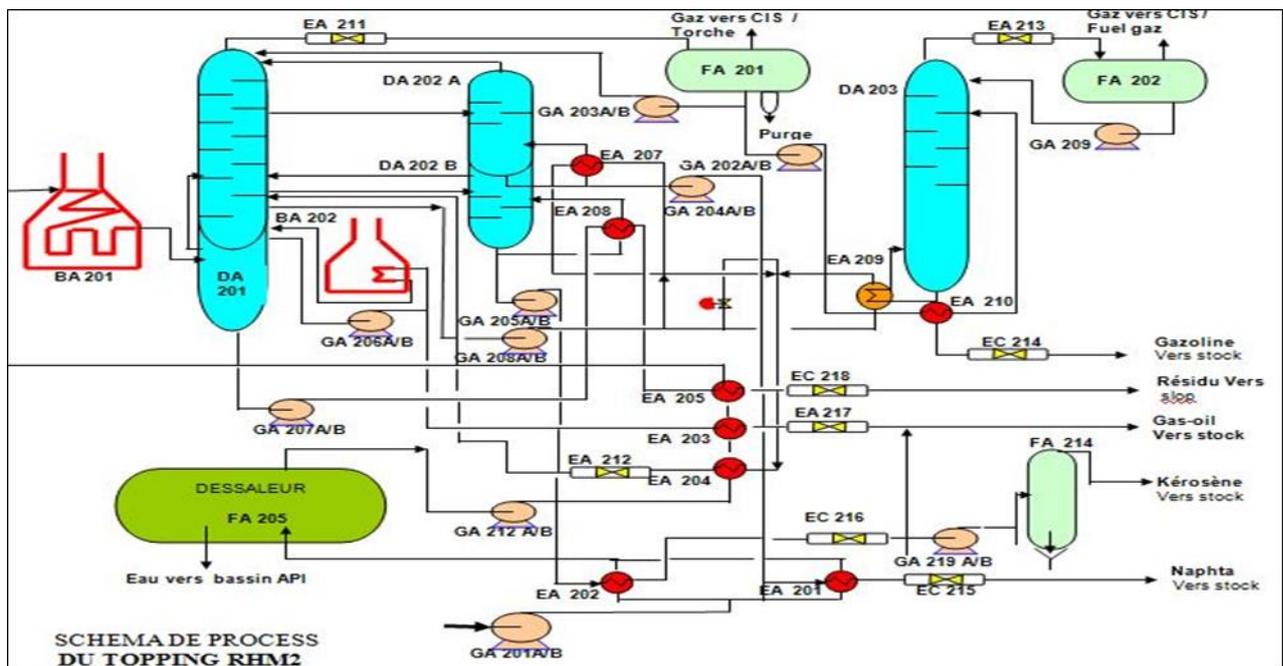


Figure II.2 : Schéma de process topping.

La charge de Brut, provenant de la pomperie d'expédition du service traitement du CIS ou de l'UTBS (unité traitement brut sud)

Lorsque le brut provient du CIS il doit d'abord passer par le dessaleur pour le stabiliser et éliminer le maximum des sels.

Le Brut dessalé est repris par la pompe booster GA212, préchauffé dans une série d'échangeurs (EA204-EA203-EA205) à environ 190 °C , puis chauffé à 340°C dans le four BA201 sous contrôle du TRC203 pour pénétrer dans la zone d'expansion de la colonne DA201, cette colonne est équipée de 29 plateaux à clapets ces derniers sont répartis dans 02 zones : 1^{ere} zone d'expansion 03 plateaux

2^{eme} zone de fractionnement 26 plateaux

Les produits soutirés sont :

- Résidu ou brut réduit
- Gas-oil
- Kérosène
- Naphta
- Gazoline +gaz

Le Gas-oil est soutiré à environ 335°C du fond de la colonne de fractionnement DA201 à l'aide de la pompe GA206, une partie est réchauffée à environ 350°C dans le four BA202 sous contrôle du TRC204 pour élimination des fractions légères et maintien du gradient de température dans la colonne de fractionnement et l'autre partie est envoyée au stockage sous contrôle du LRC204 après avoir cédé ses calories au brut charge dans l'échangeur EA203, puis refroidi dans une batterie d'aéro-réfrigérants à air sec (EA217A-B).

Le Kérosène est soutiré à environ 250°C du 12eme plateau de la colonne de fractionnement il s'écoule par gravité sous contrôle du LIC207 dans une petite colonne (Stripper DA202A) de 06 plateaux.

Le Naphta est soutiré à environ 160°C du 6eme plateau de la colonne de fractionnement, il s'écoule par gravité sous contrôle du LRC209 dans une petite colonne (Stripper) DA202B de 06 plateaux à clapets.

Les vapeurs de tête de la colonne de fractionnement DA201 à la température de 90°C sont refroidies dans une batterie d'aéro-réfrigérants à air sec (EA211A à F), puis condensées et séparées dans le ballon FA201, la phase gazeuse (riche en C3-C4) est envoyée sous régulation de pression du ballon (PRC224) à 2,3 bars au service traitement vers l'unité de récupération 3eme étage.

La phase eau est recueillie dans un appendice au FA201, puis purgée par gravité vers l'unité borbier ou vers l'égout. La phase liquide (condensat) une partie est reprise par la pompe GA203 pour être envoyée à la colonne de fractionnement DA201 comme reflux de tête sous contrôle du FRC209 et l'autre partie est reprise par la pompe GA202 pour être envoyée sous contrôle du LRC211 du FA101 vers une colonne de stabilisation (DA203) de 26 plateaux à clapets.

Le rebouillage fond de la colonne DA203 se fait par le Reflux circulant dans le rebouilleur EA209 à environ 120°C sous contrôle du TRC209 pour le réglage de la TVR de la Gazoline

La Gazoline stabilisée est envoyée vers stock par gravité sous contrôle du LRC215 après avoir cédé ses calories à la charge de la colonne DA203 dans l'échangeur EA210, puis refroidie dans un aéroréfrigérant à air humidifié (EA214) pour être utilisée à la préparation des essences.

II.2. Les caractéristiques des équipements étudiés

II.2.1. Le bac de stockage du brut :

Les bacs de stockage de pétrole brut sont situés dans un bassin, de rétention en béton d'une hauteur minimale de 2m. Les caractéristiques principales du bac étudié T-30103 sont présentées dans le tableau ci-dessous. [10].

Tableau II.1 : Caractéristique de bac de stockage

T- 30103	
Type de bac	Bac de stockage à toit flottant
Substance	Brut stabilise
T (c°)	T° ambiant
Pression (bar)	Atmosphérique
Volume (m ³)	6000
Densité (kg/m ³)	0,83
Diamètre (m)	23
Hauteur (m)	15,850
Poids à vide Kg	164,550

II.2.2. La pompe de charge

Le pétrole brut est aspiré à partir du bac de stockage T-30103/1,2,3 par la pompe de charge P-30102/1,2 et refoulé à travers une batterie d'échangeurs constituant le train de préchauffe, les caractéristiques principales de pompe étudiée P-30102/2 sont présentées dans le tableau ci-dessous. [10].

Tableau II.2 : Caractéristique de la pompe

P-30102/1,2	
Type de pompe	Pompe centrifuge
Substance	Pétrole Brut
T (c°)	T° ambiant
Number de tours	2980 r/min
Débit	6000
Alimentation	380/660 V
IP (Indices de Protection)	55

II.2.3. L'échangeur E-201101/1, 2

Le brut passe à travers l'échangeurs E-201102 /1,2 situés sur deux tronçons parallèles ou il est chauffé par les vapeurs de tête des colonnes atmosphérique C-201102.le brut entre l'échangeur par la température ambiante (20-35 °C), après l'échange thermique, le brut retrouve la ligne principale à la température de 91°C. Les caractéristiques principales de l'échangeur étudiée E-201102/2 sont reprises dans le tableau ci-dessous. [10].

Tableau II.3 : Caractéristique d'échangeur

E-201102/2		
Coté	 Tubes	Calendre
Fluide	Pétrole brut	Naphta
Pression max de service Mpa	2,34	0,23
Pression de calculé	2,6	0,35
Température de calcule °C	110	150
Traitement thermique	Oui	Oui
Epaisseur mm	3	3
Poids à vide Kg	7862	
Date essai	04/2005	



Figure II.3 : L'échangeur.

II.2.4. Le Four F-201101

Le chauffage du brut se fait au niveau du four atmosphérique F-201101 qui est un four cylindrique vertical. A la sortie de E-201114, le brut a une température de 262 °C, il entre par deux passes au niveau de la zone de convection du four F-201101, puis traverse la zone de radiation où se fait l'essentiel du transfert thermique a la sortie du four, le brut a une température de 360 °C. [10].



Figure II.4 : Le four.

II.2.5. La colonne atmosphérique C-201-102

Le brut entre dans la colonne atmosphérique par la zone de flash, au niveau du plateau 47. Les fractions légères migrent vers la zone de rectification tandis que le brut réduit tombe au niveau de la zone d'épuisement au fond de la colonne.



Figure II.5 : Colonne atmosphérique.

II.2.6. Le bac de résidu :

Le brut résidu au fond de la colonne atmosphérique, est aspire par la pompe P-201111 /1.2 et refoule à travers une série des échangeurs, pour le chauffage du brut. À la sortie de E-201106, une partie du résidu alimente directement l'unité de craquage Catalytique (comme charge), tandis que l'autre partie passe à travers le condenseur à eau E-201120 et expédiée vers le bac de stockage. Les caractéristiques principales du bac étudié T-30403 sont reprises dans le tableau ci-dessous. [10].

Tableau II.4 : Caractéristique de bac de stockage de résidu

T- 30403	
Type de bac	Bac de stockage à toit fixe
Substance	BRA (brut résidu atmosphérique)
T (c°)	T° ambiant
Pression (bar)	Atmosphérique
Volume (m ³)	3000
Densité (kg/m ³)	0,7
Diamètre (m)	17
Hauteur (m)	15,850
Poids à vide Kg	75,800

**Figure II.6** : Bac de stockage de résidu.

II.2.7. Le ballon D-201 201 :

Les vapeurs de tête de la colonne C-201201(colonne stabilisatrice) sont condensées au niveau du condenseur E-201203 et recueillies dans le ballon de reflux D-201201.

Les caractéristiques principales de ballon étudié D-201201 sont reprises dans le tableau ci-dessous. [10].

Tableau II.5 : Caractéristique de ballon de reflux.

D- 201201	
Équipement	Ballon de décantation
Substance	LPG
T (c°)	T° ambiante
Pression Mpa	1,45
Volume (m ³)	17,2
Poids à vide Kg	5868



Figure II.7 : Ballon de reflux.

II.3. Définition du Kérosène

Le kérosène est un combustible liquide dérivé du pétrole brut et est utilisé dans de nombreuses applications industrielles et commerciales. Il est composé principalement

d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques et est généralement utilisé comme carburant pour les avions à réaction et les turbines à gaz. Le kérosène est également utilisé pour le chauffage domestique, les lampes à pétrole, les groupes électrogènes, les nettoyages industriels et même comme carburant alternatif pour les véhicules lourds dans certains pays.

Le kérosène est un liquide incolore à jaune pâle avec une odeur caractéristique. Il est inflammable et doit être manipulé avec précaution. Les normes et les spécifications réglementaires sont en place pour garantir la sécurité lors de l'utilisation du kérosène dans différentes applications. En particulier, le kérosène pour avions doit respecter des normes très strictes en matière de qualité et de sécurité pour garantir un fonctionnement sûr et efficace.

Le kérosène est produit à partir du pétrole brut par un processus de raffinage. Il est ensuite transporté par pipeline, train, bateau ou camion-citerne vers les destinations finales. Les raffineries de pétrole sont chargées de produire le kérosène et de garantir qu'il répond aux spécifications requises pour chaque application.

Le kérosène est un produit pétrolier essentiel pour de nombreuses industries et applications. Les avions, les chaudières et les groupes électrogènes dépendent du kérosène pour fonctionner. Il est donc important de maintenir une production régulière et une distribution fiable pour répondre aux besoins de ces industries.

Il a été construit dans les années 1850 à partir de goudron de houille, d'où le nom de l'huile de charbon est souvent appliqué au kérosène. Après 1859, la fraction de Kérosène est restée un produit du pétrole par distillation ou par craquage de la partie moins volatile du pétrole brut à la pression atmosphérique et à des températures élevées. Toutefois, la quantité et

La qualité varie selon le type de pétrole brut. [11].

II.4. La composition de kérosène :

La composition du kérosène peut varier légèrement en fonction de sa source, de son traitement et de son utilisation prévue. En général, le kérosène est principalement composé d'hydrocarbures linéaires et ramifiés, qui peuvent contenir entre 10 et 16

atomes de carbone. Les composants les plus courants du kérosène sont des alcanes, des iso alcanes, des cyclo alcanes et des alcènes.

Le kérosène contient également des additifs tels que des antioxydants, des inhibiteurs de corrosion, des agents mouillants et des antistatiques pour améliorer ses propriétés et sa stabilité lorsqu'il est stocké et utilisé. Les additifs peuvent varier en fonction de l'application du kérosène, tels que les additifs spécifiques pour les avions, les additifs pour le chauffage domestique, etc.

Cependant, le kérosène ne contient pas de soufre en grande quantité car il doit respecter des normes strictes en matière de qualité pour être utilisé comme carburant pour les avions. En effet, le soufre peut entraîner la formation de particules dans les moteurs d'avions, ce qui peut endommager les turbines à gaz.

La composition du kérosène peut également être analysée à l'aide de techniques telles que la chromatographie en phase gazeuse (CPG) et la spectrométrie de masse pour déterminer la concentration et la distribution de ses composants. Ces analyses sont importantes pour garantir que le kérosène répond aux spécifications et normes de qualité requises pour son utilisation.

II.5. Les propriétés de kérosène :

Le kérosène possède plusieurs propriétés qui le rendent adapté à son utilisation dans différentes applications. Voici quelques-unes des propriétés clés du kérosène :

- **Point d'éclair élevé :** Le point d'éclair est la température minimale à laquelle un liquide émet suffisamment de vapeurs pour former une flamme lorsqu'elle est en contact avec une source d'ignition. Le kérosène a un point d'éclair élevé, ce qui le rend sûr pour une utilisation dans des applications à haute température, telles que les avions et les turbines à gaz.
- **Faible viscosité :** Le kérosène a une faible viscosité, ce qui signifie qu'il peut facilement s'écouler à travers des tuyaux et des systèmes de distribution sans causer de blocages. Cela le rend adapté à une utilisation dans des applications de combustion où il doit être pulvérisé pour une combustion efficace.
- **Haute densité énergétique :** Le kérosène a une densité énergétique élevée, ce qui signifie qu'il peut fournir une grande quantité d'énergie par unité de volume. Cela le

rend idéal pour une utilisation dans les avions et les turbines à gaz où une forte puissance est nécessaire.

- Stabilité thermique : Le kérosène est thermiquement stable et peut résister à des températures élevées sans se décomposer. Cela le rend adapté à une utilisation dans des applications de combustion à haute température.
 - Faible teneur en soufre : Le kérosène utilisé pour les avions doit avoir une faible teneur en soufre pour réduire la formation de particules dans les moteurs à réaction.
- En somme, les propriétés du kérosène en font un carburant polyvalent pour de nombreuses applications industrielles et commerciales.

II.6. Types du kérosène :

Il existe plusieurs types de kérosène, chacun étant destiné à des applications spécifiques. Voici quelques-uns des types de kérosène les plus courants :

- Kérosène pour avions : C'est le type de kérosène le plus couramment utilisé et le plus réglementé. Il est spécialement formulé pour les avions à réaction et les turbines à gaz et doit respecter des normes strictes en matière de qualité et de sécurité.
- Kérosène pour chauffage : Ce type de kérosène est utilisé comme carburant pour les systèmes de chauffage domestique, les poêles et les chaudières.
- Kérosène pour lampes à pétrole : Ce type de kérosène est utilisé pour alimenter les lampes à pétrole et les lanternes.
- Kérosène pour générateurs de secours : Ce type de kérosène est utilisé pour alimenter les générateurs de secours et les groupes électrogènes en cas de panne de courant.

Il est important de noter que les différents types de kérosène ne sont pas interchangeables, car leurs spécifications et leurs propriétés peuvent varier considérablement. Par exemple, le kérosène pour avions doit respecter des spécifications très précises pour garantir une combustion efficace et une sécurité maximale, tandis que le kérosène pour lampes à pétrole peut contenir des additifs pour améliorer la luminosité et la durée de combustion.

II.7. Application Générale :

Les principales applications du kérosène sont les suivantes :

- Application domestique : lampes, appareil de chauffage.
- Carburant pour tracteurs Agricoles.
- Carburants avion : pour moteurs à réacteur (carburéacteurs) et turbines.
- Applications spéciales dans l'industrie pétrochimique. [13].

II.8. Les avantages de kérosène :

Le kérosène présente plusieurs avantages en tant que carburant :

- **Énergie dense** : Le kérosène a une densité énergétique élevée, ce qui signifie qu'il peut fournir beaucoup d'énergie pour son poids. Cela le rend efficace pour une utilisation dans des avions et des véhicules qui ont besoin d'une source d'énergie portable et légère.
- **Disponibilité** : Le kérosène est produit en grandes quantités dans le monde entier pour répondre à la demande des avions et des autres utilisations. Il est largement disponible et relativement facile à transporter.
- **Sécurité** : Le kérosène est relativement sûr à utiliser et à stocker. Il n'est pas inflammable à température ambiante et nécessite une source d'énergie externe pour être allumé. Il est également moins volatil que d'autres carburants comme l'essence.
- **Faible teneur en soufre** : Le kérosène est généralement moins polluant que d'autres carburants, car il a une faible teneur en soufre. Cela le rend préférable pour une utilisation dans les zones urbaines où la qualité de l'air est un problème.
- **Longue durée de conservation** : Le kérosène peut être stocké pendant de longues périodes de temps sans se dégrader, ce qui le rend pratique pour une utilisation à long terme.

Ces avantages font du kérosène un choix populaire pour une variété d'applications, notamment pour les avions, les générateurs de secours, les systèmes de chauffage et de refroidissement et les lampes à pétrole.

II.9. Les inconvénients de kérosène :

Le kérosène présente également des inconvénients, notamment :

- Émissions de gaz à effet de serre : Bien que le kérosène ait une faible teneur en soufre, il émet des gaz à effet de serre lorsqu'il est brûlé, contribuant ainsi au changement climatique.
- Pollution de l'air : La combustion de kérosène produit également des oxydes d'azote et des particules fines qui peuvent contribuer à la pollution de l'air.
- Risques d'accidents : Bien que le kérosène soit relativement sûr à utiliser et à stocker, il peut être dangereux en cas de fuite ou d'incendie.
- Dépendance aux combustibles fossiles : Le kérosène est dérivé du pétrole, une ressource non renouvelable, ce qui signifie que sa disponibilité pourrait être limitée à l'avenir.
- Coût : Le kérosène peut être coûteux, en particulier pour les avions qui nécessitent des quantités importantes de carburant pour un seul vol.
- Bruit : Les avions à réaction qui utilisent du kérosène pour leur propulsion peuvent être bruyants, causant ainsi des nuisances sonores pour les personnes vivant près des aéroports.

Ces inconvénients soulignent l'importance de la recherche de solutions alternatives de carburants plus durables et moins polluants pour l'avenir.

II.10. Les carburants qui peuvent remplacer le kérosène :

Il existe plusieurs solutions alternatives de carburants plus durables et moins polluants qui pourraient remplacer le kérosène dans certains contextes, notamment :

- Biocarburants : Les biocarburants sont des carburants produits à partir de biomasse, tels que le biodiesel, le bioéthanol et le biogaz. Ils peuvent être utilisés dans les avions, mais leur utilisation est limitée en raison de leur faible densité énergétique et de leur coût élevé.
- Hydrogène : L'hydrogène est une source d'énergie propre qui peut être utilisée dans les avions à pile à combustible. Cependant, la production d'hydrogène à grande échelle est actuellement coûteuse et nécessite une infrastructure de distribution spécifique.

- Électricité : Les avions électriques utilisent des batteries rechargeables pour leur propulsion. Bien que cette technologie soit encore en développement, elle est considérée comme une solution prometteuse pour les vols courts et régionaux.
- Combustibles synthétiques : Les combustibles synthétiques sont produits à partir de CO₂ et d'eau, en utilisant de l'énergie renouvelable. Ils ont une densité énergétique élevée et peuvent être utilisés dans les avions existants, mais leur production à grande échelle est encore en développement.

Ces solutions alternatives ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients, et leur adoption à grande échelle dépendra de leur faisabilité technique et économique, ainsi que de leur acceptation sociale.

II.11. L'effet de kérosène sur l'environnement et l'homme :

Le kérosène peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine lorsqu'il est utilisé de manière inappropriée ou en cas de fuite accidentelle. Voici quelques exemples des effets potentiels du kérosène :

- Pollution de l'air : Lorsqu'il est brûlé, le kérosène peut émettre des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone et des polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote et les particules fines. Ces émissions peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité de l'air et la santé humaine.
- Pollution de l'eau : Les fuites de kérosène peuvent contaminer les eaux souterraines et de surface, ce qui peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Le kérosène est un hydrocarbure qui peut causer des effets toxiques sur les écosystèmes aquatiques, tels que la mort de la vie marine.
- Risques pour la santé : L'exposition à des niveaux élevés de vapeurs de kérosène peut causer des effets nocifs sur la santé humaine, tels que des irritations des yeux, des voies respiratoires et de la peau. Des expositions chroniques peuvent également causer des dommages aux poumons, au foie et au système nerveux.

Il est donc important de prendre des précautions pour minimiser les risques liés à l'utilisation et au stockage du kérosène. Les réglementations environnementales strictes ont été mises en place pour limiter les effets négatifs du kérosène sur l'environnement et la santé humaine.

II.12. Caractéristique du kérosène :

Coupe du kérosène : 165 °C–240 °C, la capacité de traitement de la section du Kérosène30 000 t/an, soit 3,75 tn/h. Le kérosène est un mélange d'hydrocarbure contenant des alcanes (C_nH_{2n+2}) de formule chimique allant de $C_{10}H_{22}$ à $C_{14}H_{30}$. Issu du raffinage de pétrole, il est soutiré à partir du 12^{ème} et 14^{ème} plateau de la colonne C-201102, puis il est admis dans le stripper C-201103 au niveau du 1^{er} plateau. [14].

Tableau II.6 : Spécifications du Kérosène (la charge).

Densité		0.7750 à 0.8400	
Conductibilité	Ps/m	50 à 450	
Point éclair (Abel)	°C	38 min	
Point de congélation	°C	-47.0 max	
Distillation ASTM point initial	°C	A indiquer	
10% volume	°C	250 max	
50% volume	°C	A indiquer	
90%volume	°C	A indiquer	
Point final	°C	300 max	
Résidu	ml	1.5 max	
pertes	ml	1.5 max	
Acidité totale	mgKOH/g	0.015	
Pouvoir calorifique	Mj /kg	42.80min	
Viscosité à -20 °C	(mm ² /s)cst	8 max	
Point fumée	mm	25.0 min	
Soufre total	%masse	0.30 max	
JFTOT stabilité thermique	Pression différentielle du filtre	Mm/Hg	25 max
	Cotation au tube	visuel	<3

II.12.1. Distillation ASTM :

➤ Principe

On charge 100 ml du mélange dans le ballon, puis l'échantillon est chauffé avec un bec Bunsen et évaporé à allure contrôlée. Les observations systématiques des volumes de condensat et des indications thermométriques sont mentionnées dans le procès-verbal d'essai et permettent la détermination des résultats [15].

➤ Le but

La distillation ASTM permet de connaître les températures de condensation (PI) et de soutirage (PF) des produits pétroliers dans le but de :

- Régler la température des plateaux des colonnes.
- La détermination de quelques caractéristiques des produits pétroliers (composition, résidu, les pertes, volume condensé, volume évaporé, récupération totale).

➤ **Appareillage :**



Figure II.8 : Distillation ASTM.

Comme indiqué dans la figure.1, l'appareillage nécessaire pour effectuer cette distillation comprend essentiellement :

Un Compartiment de chauffe qui contient deux résistances à hauteurs réglables (permet d'effectuer deux analyses au même temps).

- Un Bain d'eau de refroidissement avec entrée et sortie de l'eau d'appoint pour assurer la circulation continue de l'eau de refroidissement.
- Le produit à condenser passe dans un serpentin à l'intérieur du bain de refroidissement.

- Deux systèmes électriques avec deux cadrans de voltmètres pour régler manuellement la chauffe des deux résistances (les cadrans indiquent de 0 à 250 V).
- La réception du produit après condensation dans l'éprouvette est hors de l'appareil avec un suivi visuel du volume du produit récupéré dans l'éprouvette
- Un thermomètre pour mesurer la température à l'intérieur du ballon de distillation.
- Un thermomètre pour mesurer la température du bain de refroidissement.
- De la verrerie « Ballon de distillation 100 ou 125 ml, Eprouvette de 100 ml et plaque»

➤ **Mode opératoire :**

- Filtrer l'échantillon à distiller avec du papier filtre surtout pour les produits lourds.
- Mettre quelques pierres ponce dans le ballon de distillation.
- Mettre 100 ml de l'échantillon dans l'éprouvette puis le transvaser dans le ballon de distillation.
- Placer le thermomètre dans le ballon et s'assurer que le bout du thermomètre et au même niveau que le col du ballon de distillation (bien serrer le support en liège ou en plastique du thermomètre pour éviter les pertes au cours de l'analyse).
- Pour chaque produit à distiller utiliser le thermomètre adéquat.
- Placer le ballon dans la chambre de chauffe de l'appareille sur la plaque en céramique en gardant une certaine flexibilité du ballon pour éviter la rupture du col au cours de la chauffe, et régler la hauteur de la résistance.
- Placer l'éprouvette à la sortie du système de condensation juste sous le tube métallique sortant du bain pour récupérer tout le produit condensé.
- Allumer l'interrupteur et régler la température de chauffe selon le besoin et la nature du produit.
- Attendre le point initial par le guet de la première goutte et noter la température correspondante.
- Suivre le déroulement de l'analyse et noter les températures correspondantes aux volumes récupérés (10%,50%,90%).
- Pour le LGO et le HGO noter également les températures correspondantes à 65% et 85 % du distillat.
- Pour le point Final noter la température maximale observée sur le thermomètre.
- A la fin de l'analyse, mesurer le résidu et les pertes et les noter.

II.12.2. Acidité totale :

➤ **Principe :**

Quelques acides peuvent être présents dans les carburants d'aviation, qui sont dus soit au traitement acide pendant le processus de raffinage ou aux acides organiques naturels présents dans le carburant. Cette acidité peut provoquer la corrosion du métal et ne doit pas dépasser un seuil limite [16].

➤ **Le but :**

L'acidité totale nous permet d'évaluer la quantité et la concentration de NaOH qu'il faut injecter pour la neutralisation de la coupe kérosène afin d'éviter les problèmes de corrosion qui peuvent être engendrés dans les pipes ou les réservoirs de stockage. Titrer l'acidité avec la solution de KOH jusqu'à avoir une couleur verte et noter le volume V de KOH en millilitres (ml).

➤ **Réactifs :**

- Solution titrante : KOH alcoolique à normalité définie N_{KOH} .
- Solvant : eau distillée.
- Indicateur *p*-naphtholbenzeine
- Azote pour barbotage.

➤ **Appareillage :**

- Burette de 25 ml graduée.
- 02 béchers 250ml.
- Agitateur avec barreau magnétique
- éprouvette de 100 ml.

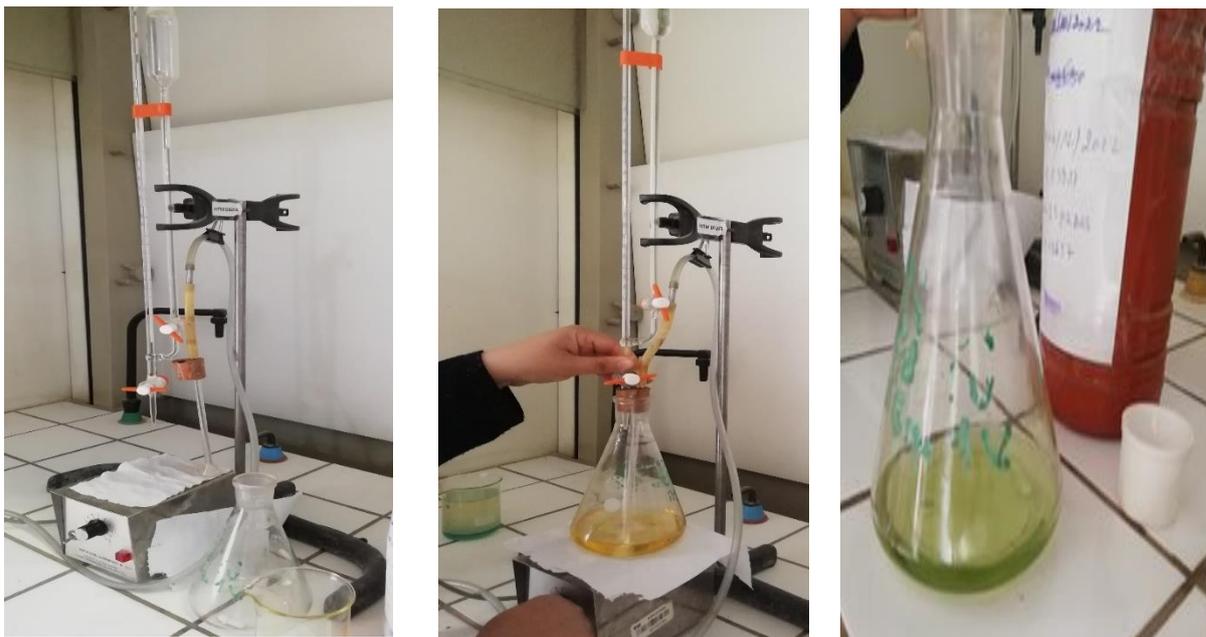


Figure II.9 : Mesure de l'acidité.

➤ **Mode opératoire :**

- Mesurer 100 ml du solvant avec l'éprouvette et le verser dans un bécher.
- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur (couleur orange en milieu acide).
- Mettre le barreau magnétique et lancer l'agitateur.
- Standardiser le solvant en titrant avec le KOH alcoolique jusqu'au virage de la couleur orange vers la couleur verte puis arrêter l'agitation.
- Mesurer environ 50g de l'échantillon et le verser avec le solvant standardisé.
- Faire barboter légèrement avec de l'azote.
- Lancer l'agitateur.
- Titrer avec KOH alcoolique jusqu'au virage de la couleur vers le vert et noter le volume titrant V_t .

II.12.3. Point d'éclair :

➤ **Principe :**

Chauffage d'un produit pétrolier peu à peu jusqu'à formation des vapeurs ou en présence d'une étincelle régulier produit un flash [17].

➤ **Le but :**

La connaissance du point d'éclair permet de connaître :

- La teneur en produits volatils ;
- La limite supérieure de la température de chauffe d'un produit sans danger
- Le degré de stabilisation du pétrole ;
- Les pertes accidentelles en produits légers lors de la manipulation (remplissage ou vidange des citernes et des bacs par exemple), et notamment ce qui concerne les conditions de transport, de stockage et de sécurité.

➤ **Appareillage :**

- Appareil point d'éclair manuel
- Thermomètre



Figure II.10 : Appareil pour mesurer point d'éclair.

➤ **Mode opératoire :**

- Mettre l'appareil sous tension.
- Allumer l'appareil en appuyant sur l'interrupteur se trouvant devant de l'équipement.
- Remplir le creuset avec l'échantillon jusqu' a le trait de jauge.
- Placer le creuset dans la jacket.
- Fermer le creuset avec le couvercle.
- Placer le thermomètre
- Démarrer l'agitateur à l'aide du bouton jaune.
- Régler le chauffage selon l'échantillon à tester.
- Laisser l'échantillon chauffé et avant la température atteint la valeur présumée de 10C°, allumer la flamme et commencer de tester chaque 2 C°, (exemple : LGO : température présumée : 100C°).
- Si le flash est produit, lire la température sur le thermomètre.
- Pour éteindre l'appareil appuyer sur l'interrupteur se trouvant devant de l'équipement.

II.12.4. Densité :

➤ **Principe :**

Elle est définie par rapport à l'eau. La densité d'un corps solide ou liquide est le rapport de la masse volumique du corps à la masse volumique de l'eau. Rapport de deux mêmes grandeurs, la densité s'exprime par conséquence sans unités.

La valeur d'une densité doit évidemment toujours être accompagnée de la température correspondante, Pour les produits pétroliers elle est généralement donnée à 15°C [18].

➤ **Le but :**

La masse volumique est importante pour des besoins économiques et en plus elle nous permet de contrôler la contamination de l'échantillon avec les fractions légères ou lourdes.

➤ **Appareillage :**

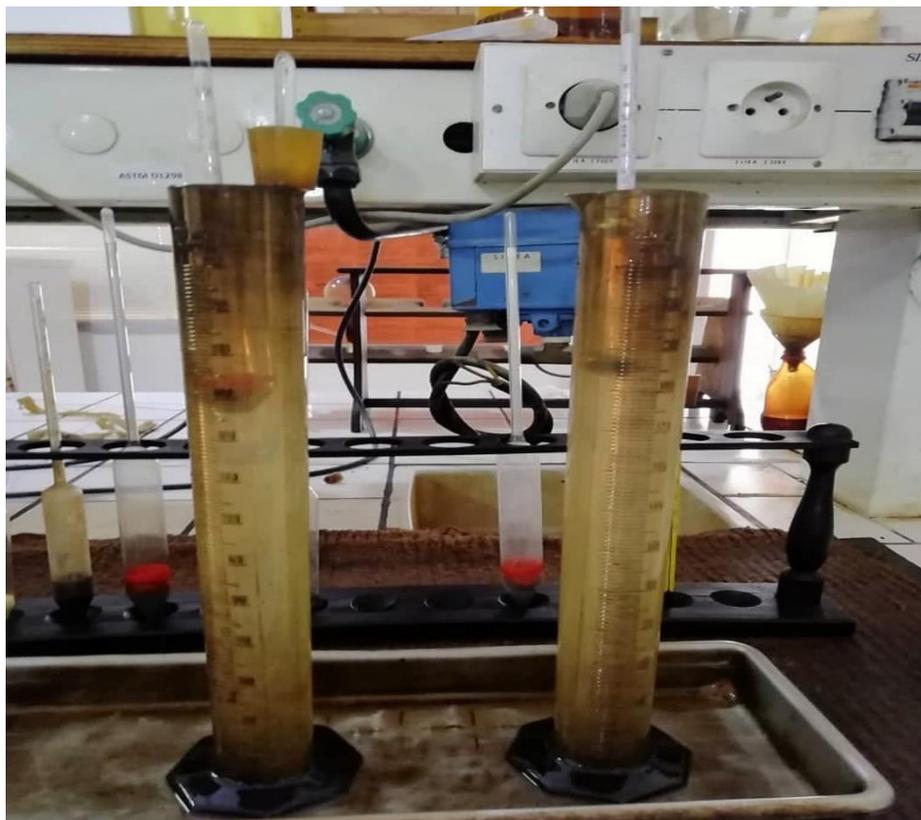


Figure II.11 : Appareil pour mesurer la densité.

➤ **Mode opératoire :**

II.12.5. Point de congélation :

➤ **Principe :**

Cette méthode d'essai couvre la détermination de la température en dessous de laquelle les cristaux d'hydrocarbures solides peuvent se former dans les carburateurs et l'essence d'aviation à haute altitude, cette méthode est basée sur le passage d'un faisceau de lumière émis par une cellule photoélectrique à travers un échantillon de kérosène soumis à un refroidissement progressif [19].

➤ **Le but :**

Vu l'utilisation du Jet A-1 comme carburateur d'aviation à haute altitude, on mesure sa température de congélation pour éviter le bouchage du turboréacteur.

➤ **Appareillage :**

Un PC moniteur.

❖ Appareil principal contenant les éléments suivants :

- La jacket.
- Un tube d'échantillon.



Figure II.12 : Appareil pour mesurer le point de congélation.

➤ **Mode opératoire :**

- Allumer le PC et l'appareil
- Remplir le tube avec l'échantillon jusqu'au le trait de jauge.
- Insérer le tube dans l'embout d'accrochage
- Introduire le tube dans le jacket.
- Sur l'ordinateur, cliquer sur : Cold propriétés (double clique) → freezing point (double clique) et attend l'installation de programme → méthode ASTM D2386 → ok.

II.12.6. Point de fumée :

➤ **Principe :**

Le point de fumée est lié à l'hydrocarbure et la composition de ces carburants. En général, le plus aromatique de ces carburants est le plus producteur de fumée dans une flamme. Son principe repose sur la mesure de la hauteur maximale de la flamme d'une mèche de lampe au-delà de laquelle la combustion de l'échantillon provoque l'émission de fumée.

L'échantillon est brûlé dans une lampe fermée pourvue d'une échelle graduée. La hauteur maximum que peut atteindre la flamme est évaluée avec une approximation de 0,5mm [20].

➤ **Le but :**

Cette méthode d'essai couvre un procédé pour la détermination du point de formation de fumée du carburant de kérosène et de turbine d'aviation.

➤ **Appareillage :**



Figure II.13 : Appareil pour mesurer le point de fumée.

➤ **Mode opératoire :**

- Ajuster la mèche à 6mm de hauteur.
- Introduire 25 ml d'échantillon dans la douille de la bougie.
- Placer le dispositif douille à sa place.
- Régler la flamme jusqu'à la disposition des fumées.
- Lire la hauteur de la flamme en millimètres.

II.12.7. Conductivité électrique :

➤ **Principe :**

La conductivité électrique est l'aptitude d'un matériau ou d'une solution à laisser les charges électriques se déplacer librement, autrement dit à permettre le passage du courant électrique.

Un voltage est appliqué entre deux électrodes trompées dans le carburant, et le courant électrique résultant est estimé comme valeur de la conductivité électrique. La capacité du carburant à dissiper la charge électrique qui est générée lors des opérations de pompage ou filtrage est contrôlée par sa conductivité électrique, si la conductivité est suffisamment grande les charges se dissipent suffisamment pour empêcher leurs accumulation ce qui provoque un haut potentiel [21].

➤ **Le but :**

La mesure de conductivité électrique a pour objet de connaitre est ce que le produit conduit le courant statique ou non.

➤ **Appareillage :**

- Appareil de mesure de conductivité portable (Figure III.10).
- Sonde contenant la cellule.
- Thermomètre qui permet d'effectuer la mesure sur le champ.
- Câble de 50m pour permettre d'effectuer la mesure dans les grands réservoirs.
- Câble de mise à la terre pour connecter le récipient ou le bac à l'appareil.



Figure II.14 : Appareil pour mesurer la conductivité.

➤ Mode opératoire :

II.13. Les analyses effectuées sur kérosène :

Tableau II.7 : Les spécifications de kérosène

Analyses		Résultats	Normes
Densité à 15 °C		0.7826	ASTM D1298
Distillation ASTM	Pt initial °C	147	ASTM D86
	10% °C	160	
	50% °C	173	
	90% °C	195	
	Pt final °C	214	
Résidu %V		1	
Pertes %V		0	
Pt éclair Abel °C		40	ASTM D56
Pt de congélation °C		-65.5	ASTM D7153
Pt fumée mm		25	ASTM D1322
Acidité totale mg KOH/g		0.0103	ASTM D3242
Conductivité Ps/m		300	ASTM D2624
PCI Mj/kg		43.39	ASTM D4529
Couleur		+30	ASTM D156

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la raffinerie RHM2 avec ses unités et les analyses effectuées sur le kérosène.

Le pétrole est un matériau essentiel qui contient de nombreux produits chimiques importants pour les industries. Après avoir été extrait et transféré aux raffineries, il est passé premièrement vers l'unité Topping ou distillation atmosphérique est traitée dans les dessaleurs et les colonnes atmosphériques qui donnent les produits suivants : naphta, kérosène, gasoil ...

Ces produits sont transférés vers le stockage et vers les autres unités pour le traitement ; dernièrement la commercialisation et de l'exploitation directe et aussi, le contrôle de température et la pression sont importants dans tous les traitements de pétrole en générales.

REFERENCES :

[9]INRS, Fiche toxicologique "White-spirit". (1998), INRS. 5p.

[10] Fiche technique de la région de rhm2

[11] <http://www.ilocis.org/fr/documents/ILO078.htm>.

[12] I.SOCHET, F. FAUBERT, P. GILLARD., Combustion et explosion du kérosène : état de l'art, Combustion 1(4), pp. 229-254.(2001).

[13] Union française des industries pétrolières. Pétro Dico. Le lexique de l'industrie pétrolière.2007; <http://www.ufip.fr> (UFIP : Siège social : 4, avenue Hoche, 75008Paris).

[14]Pétrole Lampant - Fiche de données de sécurité. Paris La Défense, Pétroles lampants

-

Edition : 1998. Total Raffinage Distribution,1997.

[15]. H.Makti. Distillateur manuel des produits pétroliers ASTM D 86. Activité aval. Division raffinage ; complexe RA2K, janvier 2012.

[16].H. Makti. Acidité totale ASTM D3242. Activité aval. Division raffinage ; complexe RA2K, janvier 2012

[17].Détermination du point d'éclair ASTM D56 service laboratoire. Département technique ; complexe RA2K.

[18]. F.Bouchama. Densimètre automatique des produits pétroliers liquides ASTM D4052. Activité aval. Division raffinage ; complexe RA2K, janvier 2012.

[19]. T.lalaoua. Détermination du point de congélation. Activité aval. Division raffinage ; complexe RA2K, janvier 2012.

[20].T. Lalaoua. Détermination point de fumée ASTM D1322. Activité aval. Division raffinage ; complexe RA2K, janvier 2012.

[21].Détermination du conductivité électrique ASTM D2624 service laboratoire. Département technique ; complexe RA2K.

PARTIE III
EXPLOITATION DES DONNEES

INTRODUCTION

L'exploitation statistique joue un rôle crucial dans l'analyse et la compréhension des caractéristiques du kérosène, qui est un carburant essentiel utilisé dans l'aviation. En tant que chercheur ou professionnel du secteur, il est important de tirer des informations significatives à partir des données disponibles afin d'optimiser les opérations, d'améliorer la qualité du carburant et de garantir la conformité aux normes réglementaires.

Ce chapitre se concentre sur l'exploitation statistique du kérosène, en mettant l'accent sur l'analyse des propriétés physiques, des performances et des caractéristiques de qualité. L'objectif est de fournir une méthodologie rigoureuse pour l'analyse des données et la prise de décisions éclairées dans le domaine du kérosène.

Collecte et préparation des données

La première étape de l'exploitation statistique consiste à collecter des données pertinentes sur le kérosène. Cela peut inclure des données provenant de sources internes telles que les raffineries, les laboratoires de contrôle de la qualité et les compagnies aériennes, ainsi que des sources externes telles que les organismes de réglementation et les publications spécialisées.

Une fois les données collectées, une étape essentielle consiste à les préparer pour l'analyse statistique. Cela peut impliquer la vérification de la qualité des données, l'élimination des valeurs aberrantes, la normalisation des données et la gestion des données manquantes. Une préparation minutieuse des données garantit la fiabilité des résultats obtenus.

Analyse descriptive

L'analyse descriptive permet de caractériser les données et d'obtenir une vue d'ensemble des propriétés et des performances du kérosène. Cette analyse peut inclure des mesures de tendance centrale, de dispersion, des distributions de fréquence et des graphiques pour visualiser les données. Par exemple, on peut étudier la densité, la viscosité, le point d'éclair et d'autres paramètres clés du kérosène.

Modélisation statistique

La modélisation statistique permet de comprendre les relations entre les différentes variables du kérosène et de prédire les valeurs futures. Des techniques telles que la régression linéaire, l'analyse de variance (ANOVA) et les modèles de régression non linéaires peuvent être utilisées pour développer des modèles statistiques. Ces modèles peuvent être utilisés pour prédire des propriétés clés du kérosène en fonction de facteurs tels que la composition chimique, la provenance ou les conditions de stockage.

Contrôle de la qualité et surveillance

L'exploitation statistique est également essentielle pour le contrôle de la qualité du kérosène. Des méthodes statistiques telles que les cartes de contrôle, l'analyse des capacités de processus et les plans d'échantillonnage peuvent être utilisées pour surveiller la qualité du carburant tout au long du processus de production et de distribution.

Interprétation des résultats et recommandations

Enfin, l'interprétation des résultats statistique.

III. Exploitation Des Données

III.1. LES RESULTATS DANALYSE DES PARAMETRES ETUDIE

L'étude statistique a été réalisée sur la base des résultats d'analyses de quatre paramètres, à savoir la densité, la conductivité, le PCI et l'acidité. La collecte de ces données a été réalisée sur une période d'environ 53 jours.

Tableau III.1 : les analyses

date	paramètres	densité	acidité mgKOH/g	conductivité pS/m	PCI Mj/kg
22,01,2022		0,7833	0,0092	325	43,38
02,02,2022		0,7841	0,0118	330	43,37
08,02,2022		0,7826	0,0103	300	43,39
15,02,2022		0,7833	0,0102	210	43,38
21,02,2022		0,7826	0,009	520	43,39
01,03,2022		0,7845	0,01	160	43,37
05,03,2022		0,7850	0,01	380	43,37
14,03,2022		0,7842	0,01	330	43,37
23,03,2022		0,7835	0,0104	365	43,38

30,03,2022	0,7831	0,0113	360	43,38
14,04,2022	0,7849	0,0117	270	43,37
04,05,2022	0,7825	0,009	490	43,39
11,05,2022	0,7834	0,0136	420	43,38
18,05,2022	0,7830	0,009	420	43,38
26,05,2022	0,7815	0,0097	420	43,39
02,06,2022	0,7822	0,009	400	43,39
09,06,2022	0,7833	0,009	440	43,38
15,06,2022	0,7818	0,009	440	43,39
22,06,2022	0,7838	0,0093	410	43,38
29,06,2022	0,7838	0,0097	370	43,38
11,07,2022	0,7815	0,0092	340	43,39
19,07,2022	0,7833	0,008	315	43,38
26,07,2022	0,7840	0,0091	420	43,37
04,08,2022	0,7840	0,0087	400	43,37
16,08,2022	0,7848	0,0096	280	43,37
28,08,2022	0,7838	0,0094	490	43,35
07,09,2022	0,7829	0,0089	420	43,38
15,09,2022	0,7826	0,008	260	43,39
25,09,2022	0,7835	0,0097	415	43,38
02,10,2022	0,7824	0,011	490	43,39
11,10,2022	0,7814	0,011	390	43,4
16,10,2022	0,7820	0,01	400	43,39
23,10,2022	0,7829	0,0089	330	43,38
30,10,2022	0,7839	0,0108	390	43,38
08,11,2022	0,7855	0,0111	400	43,36
15,11,2022	0,7846	0,0104	300	43,37
22,11,2022	0,7841	0,012	430	43,37
30,11,2022	0,7865	0,014	300	43,35
06,12,2022	0,7843	0,0104	320	43,37
12,12,2022	0,7829	0,0099	380	43,44
19,12,2022	0,7844	0,0109	430	43,42
24,12,2022	0,7836	0,0098	230	43,42
31,12,2022	0,7843	0,009	400	43,37
07,01,2023	0,7856	0,011	280	43,36
16,01,2023	0,7860	0,0111	300	43,36
22,01,2023	0,7866	0,012	250	43,35
28,01,2023	0,7852	0,01	250	43,37

01,02,2023	0,7860	0,009	220	43,36
07,02,2023	0,7845	0,0093	253	43,37
14,02,2023	0,7840	0,0085	270	43,37
20,02,2023	0,7825	0,0097	350	43,39
25,02,2023	0,7836	0,0094	200	43,38

III.2. STATISTIQUE ALIMENTAIRE

Tableau III.2 : Les outils statistiques : moy, écart type et Cv

Paramètre	densite	acidité mgKOH/g	conductivité pS/m	PCI Mj/kg
la moyenne	0,7837	0,0100	351,2115	43,3790
l'écart type	0,0013	0,0012	82,9402	0,0166
Coefficient de variation	0,1598	12,4190	23,6154	0,0383

III.3. CARTES DE CONTROLE :

Une carte de contrôle est un outil utilisé dans le domaine du contrôle de la qualité pour surveiller et évaluer la performance d'un processus ou d'un produit au fil du temps. Elle est souvent utilisée dans le cadre de la méthode statistique de contrôle statistique des processus (SPC - Statistical Process Control) pour détecter les variations et les défaillances du processus.

La carte de contrôle est généralement constituée d'un graphique avec des axes représentant le temps (ou l'ordre de production) et la mesure d'une caractéristique spécifique du produit ou du processus. La mesure peut être une dimension, une température, une pression, une durée, ou toute autre variable mesurable.

Sur le graphique, on trace une ligne centrale qui représente la moyenne de la mesure, ainsi que des limites de contrôle supérieure et inférieure, généralement calculées à partir des données historiques du processus. Ces limites sont basées sur des méthodes statistiques et permettent de distinguer les variations normales des variations anormales ou des dérives du processus.

En surveillant régulièrement les mesures et en les comparant aux limites de contrôle, les opérateurs peuvent détecter rapidement les écarts significatifs, les tendances ou les

changements dans le processus. Cela permet de prendre des mesures correctives pour maintenir la qualité du produit ou du processus.

Il existe différents types de cartes de contrôle, tels que les cartes de contrôle pour les moyennes (carte X-barre), les cartes de contrôle pour les plages (carte R), les cartes de contrôle pour les proportions, les cartes de contrôle pour les variables, etc. Chaque type de carte de contrôle est adapté à des types de données spécifiques et à des objectifs de contrôle particuliers.

Ces cartes de contrôles sont représentées respectivement sur les figures III.1, III.2, III.3 et III.4.

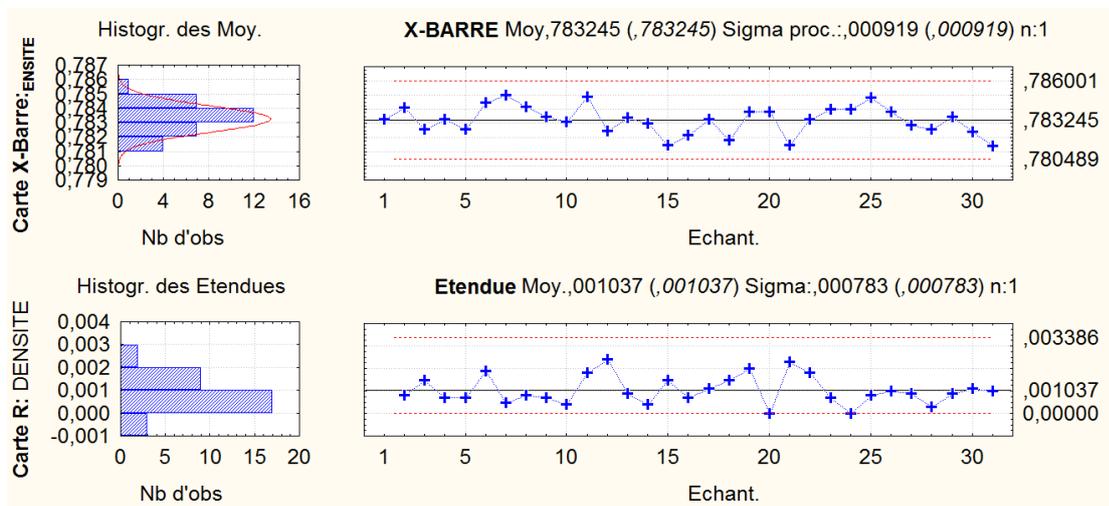


Figure III.1 : Carte de contrôle du paramètre : densité.

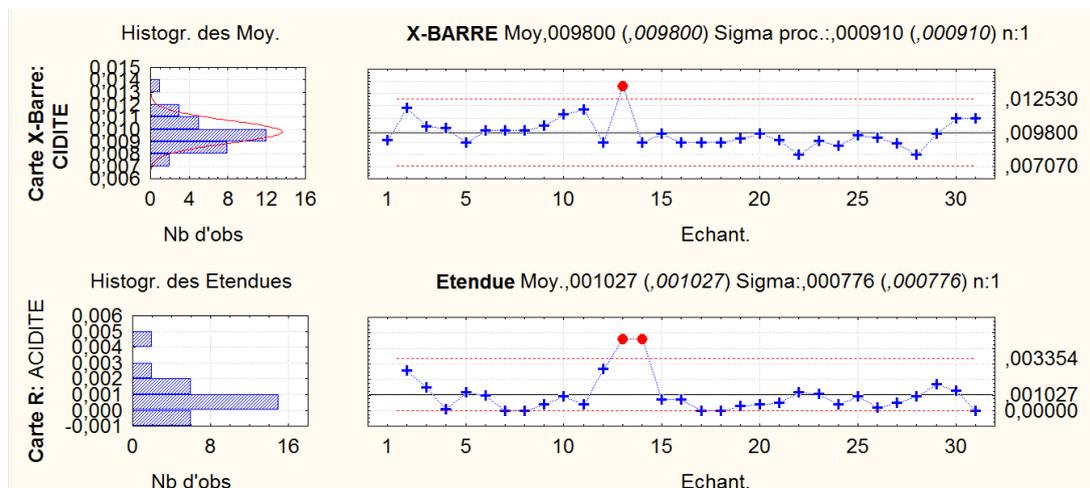


Figure III.2 : Carte de contrôle du paramètre : acidité.

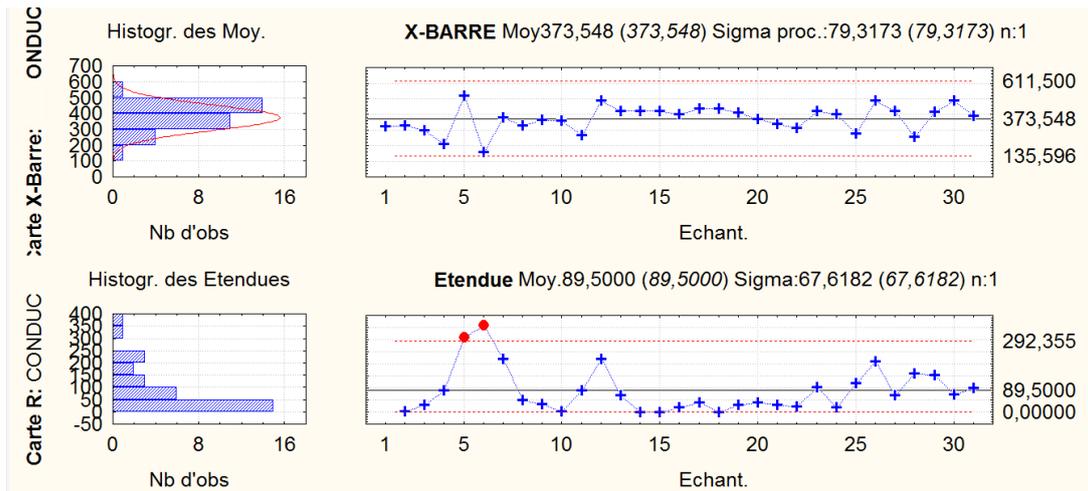


Figure III.3 : carte de contrôle du paramètre : conductivité.

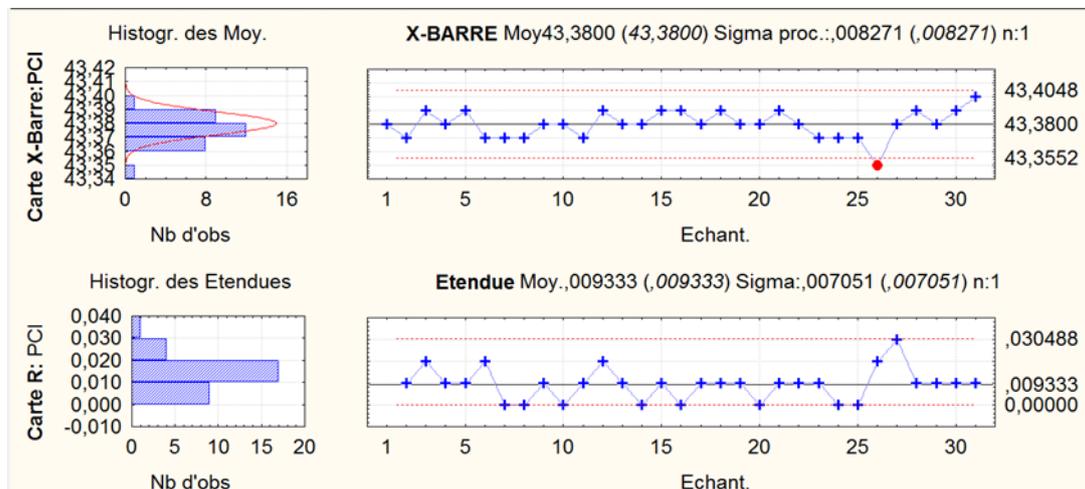


Figure III.4 : carte de contrôle du paramètre : PCI.

Pour tous les paramètres étudiés, la dispersion du graphique de l'étendu est soit plus dispersée que celui de la moyenne soit ils sont tous les deux à l'intérieur des limites ou le processus est sous contrôle.

On remarque que le paramètre de conductivité a le plus grand dépassement des tolérances provoquant un coefficient de variation important $CV=23,6154$.

La tendance de la densité émerge les droites spécifiées de façon potentielle que les autres paramètres comparativement aux cartes de l'acidité et conductivité qui indiquent une faible émergence hors limites de contrôle.

Donc on dit qu'ils subissent des problèmes lors de l'opération de fabrication ce qui nous oblige de chercher les causes, mais il faut aussi mentionner qu'il faudra être

vigilant lors d'analyse au laboratoire puis mettre en œuvre une action corrective adéquate au niveau de l'unité.

Conclusion

Dans cette partie on a réalisé la méthode statistique des procédés avec ces outils : élémentaires (écart-type, moyenne, CV) aussi les cartes de contrôle.

Ces outils ont indiqué que quelques paramètres de production de kérosène sont dans les normes tel que la densité et le PCI contrairement aux autres paramètres qui déclare que le procédé n'est pas maîtrisé.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GENERALE

En conclusion de ce mémoire de maîtrise statistique sur le kérosène, plusieurs éléments clés peuvent être mis en avant :

Compréhension approfondie des paramètres du kérosène : Cette étude a permis une analyse approfondie des différents paramètres du kérosène, tels que la viscosité, la densité, le point d'éclair, etc. Une connaissance précise de ces paramètres est essentielle pour garantir des performances optimales des moteurs d'avion et assurer la sécurité des opérations aériennes.

Collecte et analyse rigoureuse des données : La collecte de données statistiques fiables et représentatives a été réalisée dans le cadre de cette recherche. Des échantillonnages réguliers et rigoureux ainsi que des analyses précises en laboratoire ont permis d'obtenir des résultats significatifs et pertinents pour l'analyse statistique.

Identification des tendances et des variations : L'analyse statistique des données a permis d'identifier les tendances et les variations des paramètres du kérosène. Ces informations sont cruciales pour comprendre les caractéristiques et les évolutions de ce carburant essentiel à l'aviation.

Contrôle de la qualité et optimisation des processus : Les résultats de l'analyse statistique peuvent être utilisés pour établir des critères de contrôle de la qualité du kérosène, permettant ainsi de garantir sa conformité aux normes et réglementations en vigueur. De plus, ces informations statistiques peuvent contribuer à l'optimisation des processus de production, de stockage et de distribution, en permettant une gestion plus efficace des ressources et une réduction des coûts.

Implications pour l'industrie de l'aviation : Cette recherche offre des perspectives précieuses pour l'industrie de l'aviation. Les résultats obtenus peuvent être utilisés par les compagnies aériennes, les raffineries de pétrole et les organismes de régulation pour améliorer la qualité du kérosène, optimiser les opérations et renforcer la sécurité des vols.

En conclusion, ce mémoire de maîtrise statistique sur le kérosène a permis d'approfondir notre compréhension des paramètres de ce carburant essentiel à l'aviation. Les analyses statistiques ont fourni des informations clés pour le contrôle de

la qualité, l'optimisation des processus et l'amélioration globale des performances dans l'industrie de l'aviation. Les résultats obtenus constituent une base solide pour des recherches futures et des initiatives visant à renforcer la durabilité et l'efficacité du secteur aérien.