



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de recherche
Scientifique

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

Faculté de technologie

Département du Génie des Procédés

République Algérienne Démocratique et Populaire

SONATRACH – RPC

Division Raffinage – Raffinerie d'Alger

Mémoire de Fin d'Etudes en vue l'Obtention du Diplôme de Master

Option : Génie Chimique

THEME :

Etude de la possibilité d'utilisation du JET A1 comme matériau de référence multiparamétrique selon la norme ISO Guide 35

Préparé par :

- ❖ HIZI Lamia
- ❖ DOUGARAME Khadidja

Promoteur :

- ❖ M. TRACHI M.

Co-Promotrice :

- ❖ Mme. DJAOUT M.



Remerciements :

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous tenons à présenter notre profonde reconnaissance et à remercier **Mr M. TRACHI** notre promoteur, qui nous a suivi le long de notre stage en nous éclairant avec ses conseils, ses orientations nécessaires et pour sa patience,

Nos remerciements les plus sincères aux membres de jurys d'avoir accepté de juger ce travail.

C'est avec l'honneur que nous remercions aussi l'ensemble du personnel du laboratoire et de production en raffinerie d'Alger.

Nous tenons aussi à remercier madame **MERIEM DJAOUT** responsable de laboratoire, qui nous a porté un très grand soutien à travers sa connaissance et son expérience qui nous a permis d'améliorer visiblement nos compétences.

Nos remerciement s'adresse à **Y. RECHIDI** pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Nous tenons à remercier également tout le personnel de la Faculté de Technologie de l'Université M'HAMED BOUGARA de BOUMERDES et à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, et à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'études.



CLASS OF
2022



Dédicaces

Je remercie ALLAH le tout puis Sant de m'avoir donné le courage,
La patience et la volonté pour réaliser ce travail.

Je dédie ce travail, qui est le couronnement de toutes les années d'étude :
A ma mère qui m'a donné la vie et cette éducation dont j'avais tant besoin.

Elle restera toujours présente pour moi. «**DJAMILA**»

A mon père qui m'a tout donné, qui s'est battu pour que je puisse étudier

Dans de très bonnes conditions. «**AISSA** »

A mes très chers frères : **Abdelkader, Mahdi.**

A ma très chère sœur **IBTISSAM** qui m'ont encouragées à finir mes études et

Aller jusqu'au bout de mes forces.

Je leur souhaite tout le bonheur du monde « Que Allah les protègent».

A tous mes professeurs et amies de la promotion 2022

A tous les membres de ma famille.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.



Lamia



Dédicaces

Je dédie ce travail :

A ma mère, pour son amour, son encouragement et ces
Sacrifiées.

A mon père, pour ses soutien, son affection et

La confiance qu'il m'accordé.

A mes frères : **Bilal, Amine**. Mais sœurs : **Meriem, SAFIA**

A la mémoire de ma chère grande mère qui nous a quittées

Voilà deux ans et a tous les membres de ma famille

A mon meilleur amies **Nesrine, Lynda, Chacha, Sara** et

Tous mais camarades de la

Promotion 2021

Une spécial dédicace à mon oncle AMINE qui

Son lequel je n'aurais jamais repris

Mes études.



Khadija

Résumé

Cette étude porte essentiellement sur l'étude de la possibilité d'utilisation de kérosène JET A1 comme étalon chimique multiparamétrique conformément à la norme ISO guide 35. Différents paramètres physicochimiques ont été déterminés et suivis durant 135 jours et dans deux température de stockage (+5 et 25°C). D'après les analyses statistiques, quel que soit la température de stockage, aucun changement significatif n'a été observé pour les paramètres suivis et toutes les valeurs trouvées ont été dans l'intervalle toléré. De ce fait, le JET A1 est resté stable tout au long de la période d'étude, ce qui révèle donc la possibilité de son utilisation comme matériau de référence à caractère multiparamétrique.

Mots clés : kérosène JET A1, Matière de référence, ISO guide 35

Summary

This study essentially concerns the study of the possibility of using kerosene JET A1 as a multiparametric chemical standard in accordance with the ISO guide 35 standard. Various physicochemical parameters were determined and monitored for 135 days and in two storage temperatures (+5 and 25°C). According to the statistical analyses, whatever the storage temperature, no significant change was observed for the monitored parameters and all the values found were within the tolerated range. As a result, JET A1 remained stable throughout the study period, which therefore reveals the possibility of its use as a multiparametric reference material.

Keywords: JET A1 kerosene, reference stock, ISO guide 35

ملخص

تتعلق هذه الدراسة أساساً بدراسة إمكانية استخدام كيروسين JET A1 كمعيار كيميائي متعدد العوامل وفقاً لمعيار ISO Guide 35 تم تحديد ومراقبة العديد من المعلمات الفيزيائية والكيميائية لمدة 135 يوماً وعند درجتي حرارة للتخزين (+5 و 25 درجة مئوية) وفقاً للتحليلات الإحصائية، توصلنا إلى أنه مهما كانت درجة حرارة التخزين، لم نلاحظ أي تغيير لنتائج الخصائص الفيزيائية والكيميائية المدروسة حيث كانت جميع القيم ضمن النطاق المسموح به و نتيجة لذلك، ظل JET A1 مستقرًا طوال فترة الدراسة، مما يكشف عن إمكانية استخدامه كمادة مرجعية متعددة المعايير.

الكلمات الرئيسية: JET A1 كيروسين، مادة مرجعية، دليل ISO 35

Nomenclature

symbole	Désignation	Unité
MR	Matériau de référence	
MRC	Matériau de référence certifié	
ALGERAC	Organisme algérien d'accréditation	
ASTM	American society for testing materials	
XRF	X- ray fluorescence	
AFQRGOS	Aviation fuel qualité requirement for jointly operated system	
BTUX	Benzen, toluene, ethylbenzene, xylènes	
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycyclique	
PONA	Paraffinique, oléfinique, naphénique, aromatique	
CSK	La viscosité cinématiques	m² / s
c	Constant du viscosimètre	m² / s²
t	Le temps	s
N	Normalité	g/l
M	La masse moléculaire	g/mol
V	Volume	m³
S	L'écart type	
C	Le test	
G_p	Test simple de Grubbs	

Liste des figures

- 1.** La méthode des 5M
- 2.** Les principales étapes qui interviennent dans la production d'un matériau de référence
- 3.** Structure moléculaire de base des principaux hydrocarbures pétroliers
- 4.** Composition d'un pétrole
- 5.** La production du kérosène
- 6.** Une bouteille de JET A1 utilisé dans notre étude
- 7.** Carte géographique SONATRACH en Algérie
- 8.** Situation géographique de la raffinerie d'Alger
- 9.** Appareil de mesure l'acidité
- 10.** Appareil de mesure la distillation
- 11.** Appareil de mesure la viscosité (Viscosimètre)
- 12.** Appareil de mesure le point d'éclaire (Abel)
- 13.** Appareil de mesure de point de congélation
- 14.** Appareil de mesure la densité (densimètre)

Liste des tableaux

1. Grandeurs caractéristiques des alcanes
2. Structure de composés soufrés présents dans les produits pétroliers
3. Structure de composés azotés présents dans les produits pétroliers
4. Structure de composés oxygénés présents dans les produits pétroliers
5. Structure de composés métalliques présents dans les produits pétroliers
6. La teneur en huile de base et leur qualité
7. Quelques différences entre les types de kérosène
8. Comparaison entre le kérosène et JET A1
9. Fiche de données de sécurité JET A1- SONATRACH- section 03
10. Paramètre physicochimique analysée et normes utilisée
11. Résumant quantité nécessaire par test
12. Quantité globale pour réaliser l'étude
13. Représente les résultats de caractérisation
14. Les résultats des reproductibilités et tolérances
15. Les résultats des limites inférieure et supérieure
16. Suivi de la stabilité du JET A1 pendant la période de stockage à 25°C
17. Suivi de la stabilité du JET A1 pendant la période de stockage à +5°C

Sommaire

Introduction générale.....	01
Partie I : synthèse bibliographique	
Chapitre I. Généralités sur les matériaux de référence	
I. Introduction.....	03
1. La métrologie.....	03
2. La mesure.....	03
3. La traçabilité.....	04
4. L'incertitude de mesure.....	04
5. L'accréditation.....	05
6. La méthode des 5M.....	05
II.1. Le matériau de référence (l'étalon).....	06
2. Les types des matériaux de références.....	06
3. L'importance de Matériau de référence un analyse.....	07
4. Utilisations des mâtereaux des références.....	08
III.1. Fabrication d'un matériau de référence (étalon).....	09
2. Résumé du plan de projet La production d'un matériau de référence	12
Chapitre II. Généralité sur le pétrole	
II.1 Définition.....	16
2. Origine de pétrole.....	16
3. Les compositions de pétrole.....	17
3.1. Les hydrocarbures.....	17
3.2. Les compositions soufrées.....	18
3.3. Les compositions azotées.....	19
3.4. Les compositions oxygénées.....	19
3.5. Les compositions métalliques.....	19

4. Classification de pétrole.....	20
4.1. Méthode industrielle.....	20
4.2. Méthode chimique (selon PONA).....	20
4.3. Méthode technologique	20

CHAPITRE III. Produit JET A1

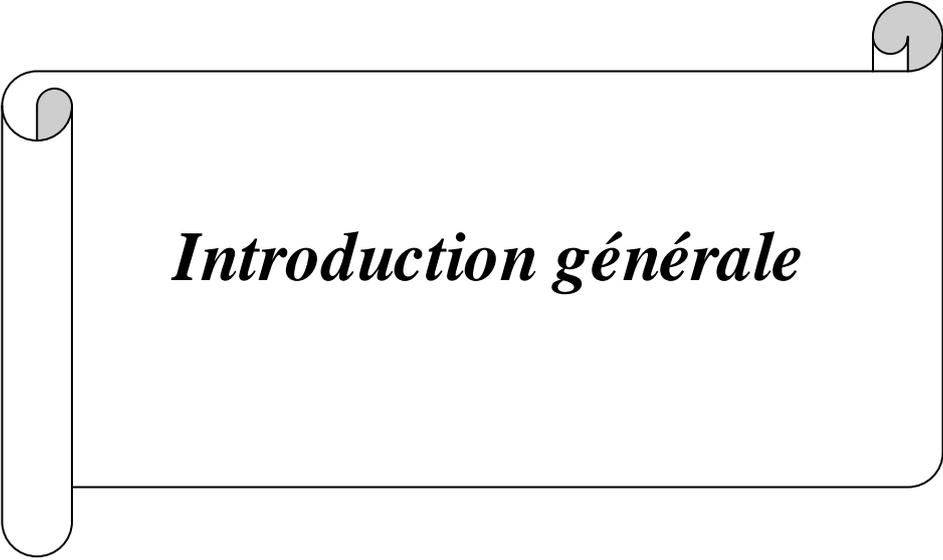
III.1 Définition de kérosène ($C_{9/10} - C_{13/14}$).....	22
2. Les compositions chimiques de kérosène.....	22
2.1. Composition en hydrocarbures.....	22
2.2. Les composés sulfureux.....	22
3. Les types de kérosène.....	23
4. Utilisation de kérosène	24
4.1. Application domestique (lampes, appareil de chauffage, cuisine).....	24
4.2. Applications spéciales dans l'industrie pétrochimique	24
4.3. Carburant pour l'aviation	24
4.4. En chimie.....	25
4.5. Solvant.....	25
5. La production de kérosène.....	25
6. Le kérosène JET A1	26
7. Spécification de kérosène et de JET A1	27

Partie II : Expérimentale

Chapitre I. Matériel et Méthodes

I. Présentation de kérosène JET A1.....	31
II.1. Historique de raffinerie.....	32
2. Situation géographique	33
3. Produits de raffinerie.....	33
4. Principales installations de la Raffinerie d'Alger.....	34

III. Méthodologie expérimentale selon l'ISO Guide 35.....	35
III.1. Etape 01 : définition (Etude de faisabilité).....	35
1.1. La quantité globale.....	35
1.2 Calcul du nombre de bouteille.....	36
1.3. Les Paramètre analysés.....	36
1.4. Les conditions de stockage.....	37
1.5. Norme d'analyse.....	37
III.2. Etape 02 : obtention du matériau.....	46
III.3. Etape 03. Emballage.....	46
III.4. Etape 04. Évaluation de l'homogénéité.....	46
III.5. Etape 05 caractérisation.....	46
III.6. Teste de cohérence.....	46
III.7. Evaluation de stabilité.....	48
Chapitre II. Résultats et Discussions	
I. Etude de caractérisation	49
II. Etude de stabilité.....	52
Conclusion.....	59
Références bibliographiques.....	62
Annexes.....	66



Introduction générale

Dans les différents domaines de l'industrie (pétrolier, pharmaceutique, alimentaire, chimique.....), et recherche scientifique on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques et chimiques (température, pH, force, vitesse, viscosité.....). La satisfaction des attentes des clients et l'obtention des produits de qualité doivent être le moteur de progrès des entreprises, cela impose à ces dernières une matrice de leurs instruments de mesure.

La métrologie est un concept qui est liée à des principes et à une organisation qui font intervenir des notions d'étalon et d'étalonnage, de vérification, de traçabilité, d'accréditation, d'incertitudes de mesure, ... La qualité s'appuie et s'appuiera toujours sur des essais et des mesures, La qualité même de ces mesures repose sur une bonne métrologie.

La fourniture de simples résultats, sans aucune information sur leur qualité ou leur traçabilité, n'est plus jugée satisfaisante : les laboratoires doivent démontrer la fiabilité de leurs mesures, depuis la phase d'échantillonnage jusqu'au résultat final figurant sur le rapport d'analyse.

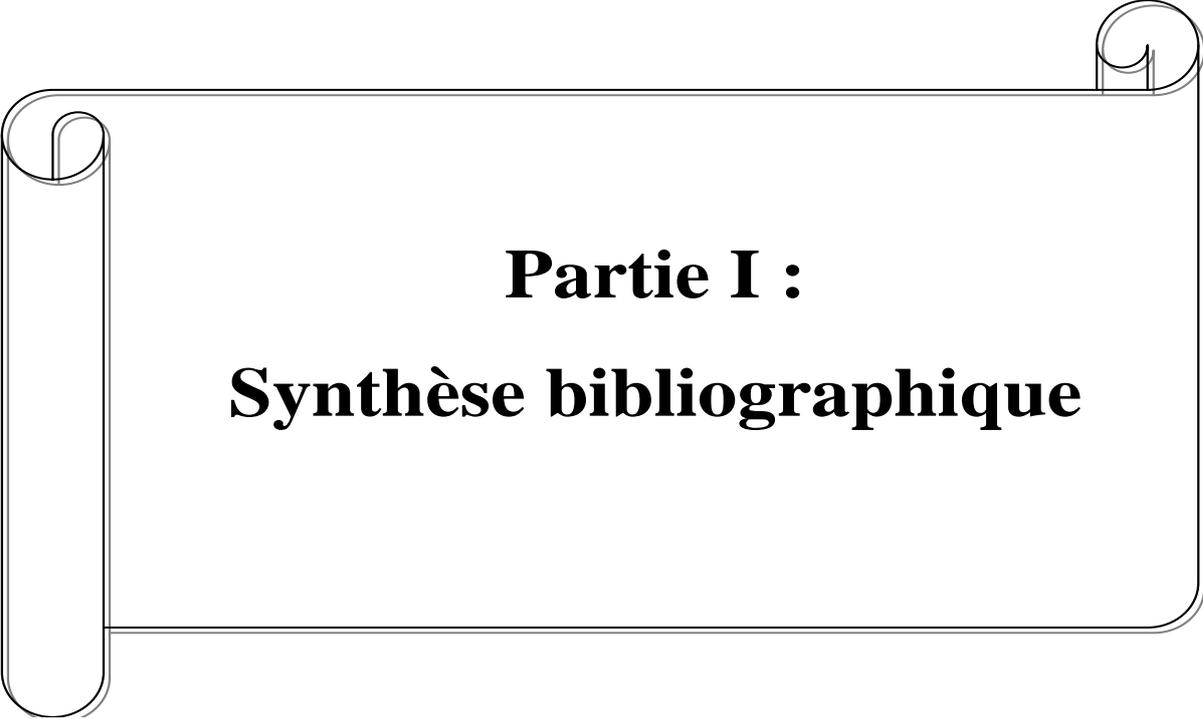
Permet les divers outils permettant au laboratoire de démontrer et / ou de contrôler la fiabilité de leur résultat, l'utilisation de matériau de référence et la participation à des essais d'aptitude ont un rôle bien spécifique puisqu'ils touchent à la justesse et à la traçabilité. La première solution nécessite l'existence de matériau de référence adaptée à la méthode d'analyse à suivre, aux analytes et aux matrices concernées.

La production de matériaux de référence (MR) joue un rôle primordial dans l'amélioration et le maintien d'un système de mesure cohérent à travers le monde. Comme cela est détaillé dans le Guide ISO 33, des MR aux caractéristiques différentes sont utilisés lors des mesurages, par exemple pour l'étalonnage, le contrôle de la qualité, les essais d'aptitude et la validation de méthode, ainsi que pour l'attribution de valeurs à d'autres matériaux. Des matériaux de référence certifiés (MRC) sont également employés pour confirmer ou établir la traçabilité métrologique à des échelles de mesure usuelles, comme l'indice d'octane, les échelles de dureté et le pH.

Bien que sa grande importance et de sa nécessité dans la plupart des domaines industriels, aucun entreprise en Algérie fabrique des étalons et la seule source de son obtention est l'importation à un prix très élevée en plus, sa possession via cette voie prend souvent beaucoup de temps, ce qui peut entraîner un retard dans l'utilisation des appareils de

Introduction générale

mesure en raison de l'indisponibilité de ce dernier. Pour ces principales raisons que le laboratoire interne de la raffinerie d'Alger a décidé de fabriquer un matériau de référence multi paramètres conformément la norm ISO guide 35 et qui pour survivre d'étalon utilisable pour la vérification et l'étalonnage des appareils et systèmes de mesure. Le matériau tenté ici à remplir cette tachment le JET A1, produit obtenu par la distillation atmosphérique du pétrole. Dans ce contexte que s'inscrit le but du présent travail qui porte principalement sur l'investigation de la possibilité d'utilisation de ce matériau comme étalon chimique conformément à la norme ISO Guide 35 en étudiant l'effet du temps et de la température sur sa stabilité physique et chimique.



Partie I :
Synthèse bibliographique

***CHAPITRE I. Généralités sur les
matériaux de référence***

I. Introduction

La fourniture de simples résultats d'analyse, sans aucune information sur leur qualité et leur traçabilité, n'est plus jugée satisfaisante : les laboratoires doivent démontrer la fiabilité de leurs mesures, depuis la phase d'échantillonnage jusqu'au résultat final figurant sur le rapport d'analyse. Pour cela divers outils sont à leur disposition, dont l'utilisation de matériaux de référence (MR). Cette utilisation suppose une bonne connaissance des différentes définitions des MR. Certifiés ou non pour sélectionner le matériau le mieux adapté. Des documents normatifs définissant les MR endes banques de données sont disponibles pour aider les utilisateurs à faire leur choix. Avec ces MR, les laboratoires vont pouvoir dans le cadre de leur système d'assurance qualité, étalonner leurs équipements de mesure, valider leurs méthodes d'analyse, établir des cartes de contrôle pour suivre la stabilité de leurs systèmes de mesure et évaluer leurs incertitudes de mesure (**Lafargue et Seiller, 2004**).

1. La métrologie

La métrologie est la science de la mesure associée à l'évaluation de son incertitude. Le métrologie s'intéresse à la qualité des mesures et en particulier a deux facteurs. Le premier de ces facteurs est de s'assurer du raccordement de la mesure à des étalons de référence. Le deuxième facteur de la qualité de la mesure est celui du calcul de l'incertitude. Pour évaluer les sources d'incertitude de mesure on utilise communément la méthode dite des 5M(**Kovalvskg,2002**).

En autre terme, la métrologie, science de la mesure, permet de donner du sens à l'action de mesurer. Elle ne permet pas d'obtenir la valeur vraie de la grandeur mais de comparer cette grandeur à une référence, communément appelée étalon primaire. Cette relation permet de transposer une mesure dans le temps et l'espace par utilisation d'une référence unique et pérenne.

Cependant, toute mesure n'est qu'une approximation de la réalité, car elle est obligatoirement entachée d'erreurs (**Bouthorel et Champion, 2013**).

2. La mesure

Mesurer c'est comparer une grandeur physique inconnue avec une grandeur de même nature prise comme référence, a l'aide d'un instrument. C'est exprimer le résultat de cette

comparaison a l'aide d'une valeur numérique, associée a une unité qui rappelle la nature de la référence, et assortie d'une incertitude qui dépend a la fois des qualités de l'expérience effectuée et de la connaissance que l'on a de la référence et de ses conditions d'utilisation. Comparer, c'est mettre en œuvre un principe de mesure physique, développer des capteurs adaptés à la grandeur concernée, concevoir, construire, caractériser l'instrument optimal, traiter enfin le signal délivré par la chaîne de mesure pour en extraire toute l'information disponible (**Arich, 2018**).

3. La traçabilité

Mesurer a aussi pour finalité d'asseoir les résultats de mesure sur des bases reconnues sans équivoque par plusieurs partenaires, que ce soit à des fins scientifiques, commerciales, ou d'expertise légale. Cela nécessite l'existence de références dont les caractéristiques sont clairement établies. Ceci peut être la référence de travail d'un établissement ou d'un laboratoire, périodiquement étalonnée, par comparaison a une référence d'incertitude plus faible, c'est-à-dire située a un niveau plus élevé dans ce qu'on appelle la hiérarchie d'une chaîne d'étalonnage. Au sein de cette hiérarchie, les comparaisons sont entreprises selon des méthodes et des procédures de plus en plus élaborées et contraignantes. Le stade ultime de la hiérarchie nationale est la matérialisation dite primaire des unités les plus fondamentales permettant d'accéder à la grandeur.

Il n'est plus question alors d'étalonnage, mais de mise en pratique de la définition de l'unité. Seules des inter-comparaisons effectuées entre des montages indépendants permettent de préciser l'incertitude, on parle alors d'exactitude de réalisation (**Arich, 2018**).

4. L'incertitude de mesure

L'incertitude de mesure est un indicateur de la qualité d'un résultat et de la fiabilité qu'on peut lui accorder. Cette incertitude, plus importante encore que la valeur à laquelle elle se rapporte, permet de ne plus viser la « mesure exacte » « mais seulement la « mesure maîtrisée » (**Bouthorel et Champion, 2013**).

Une valeur mesurée n'est donc pas une valeur certaine : elle est issue de résultats présentant une certaine dispersion, et de plus il existe une certaine méconnaissance de la valeur due a divers facteurs comme : doute sur l'étalonnage du système, problèmes de dérive, conditions de mesure, etc. Une fois prises en compte toutes ces causes qui altère

la connaissance de la valeur de la mesurande, on appelle incertitude (et pas erreur!) de mesure le paramètre associé au résultat qui caractérise la dispersion des valeurs numériques. En l'absence d'incertitude, il n'est plus possible, plus pertinent, de comparer entre eux des résultats. (Kovalvskg, 2002).

5. L'accréditation

Aujourd'hui, il y a de plus en plus de produits sur le marché. De ce fait, les besoins de protection des consommateurs sont de plus en plus importants. Cette protection est assurée en partie par la certification, l'inspection et les tests réalisés sur les produits et leur mise en œuvre sous assurance qualité. Les consommateurs ne pouvant pas tester eux-mêmes la qualité, ni la mise en œuvre des produits qu'ils consomment, ce sont des organismes agréés qui s'en chargent à leur place. (Ariche, 2018).

En Algérie, ALGERAC, est l'organisme algérien d'accréditation.

Placé sous l'autorité du Ministère de l'Industrie, l'Organisme Algérien d'Accréditation – ALGERAC a été créé par décret exécutif n° 05 – 466 du 6 décembre 2005 et est le seul organisme national reconnu par ses pairs en charge de délivrer après évaluation et sur la base de normes internationales, des accréditations au profit des organismes d'évaluation de la conformité attestant de leurs compétences techniques et organisationnelles à réaliser des prestations de services d'essais, d'analyses, d'étalonnage, d'inspection ou de certification(<https://algerac.dz/presentation-algerac>).

6. La méthode des 5M

C'est une méthode d'analyse qui permet de ne pas oublier d'éléments qui interviennent dans le phénomène (appelée aussi diagramme de poisson ou méthode ISHIKAWA). Elle utilise une représentation graphique pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes et leur effet (défaut, panne, dysfonctionnement...). Kaoru Ishikawa classe les différentes causes d'un problème en 5 grandes familles c'est les méthodes des 5M (figure 1.).

- ✓ Matière : les différents consommables utilisés, maitres premiers...
- ✓ Milieu : le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...
- ✓ Méthodes : les procédures, le flux d'information...

- ✓ Matériel : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange...
- ✓ Main d'œuvre : les ressources humaines, les qualifications du personnel .Pour un effet particulier (panne, défaillance technique, accident, retard...), la méthode d'Ishikawa permet de rechercher l'ensemble des causes possibles.

Pour ce faire, un animateur de projet réuni autour d'un thème une équipe de travail multidisciplinaire et suffisamment représentative (Kovalvskg, 2002).

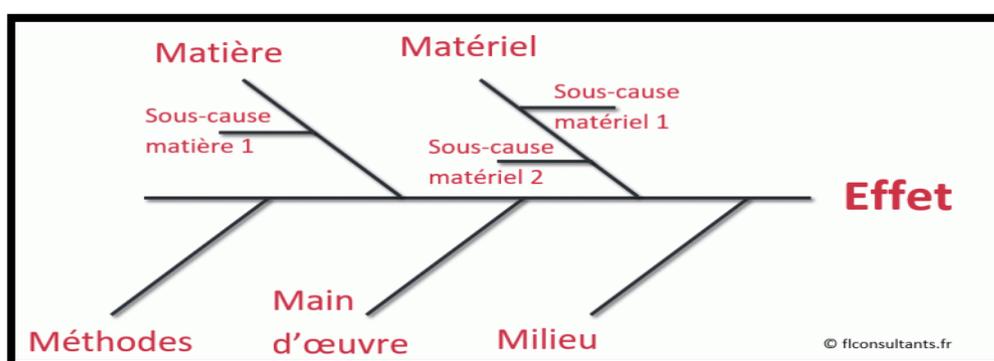


Figure 1. La Méthode des 5M (Arich, 2018).

II.1. Le matériau de référence (l'étalon)

Le guide ISO 30 donne pour définition de ces deux classes de matériaux :

a) Matériau de référence (MR) non certifié

Matériau ou substance dont une valeur de la propriété est suffisamment homogène et bien définie pour permettre de l'utiliser pour l'étalonnage d'un appareil, l'évaluation d'une méthode de mesurage ou l'attribution de valeurs aux matériaux.

b) Matériau de référence certifié (MRC)

Un matériau de référence (MR), accompagné d'un certificat, dont une valeur de la propriété est certifiée par une procédure qui établit son raccordement à une réalisation exacte de l'unité dans laquelle les valeurs de propriété sont exprimées et pour laquelle chaque valeur certifiée est accompagnée d'une incertitude à un niveau de confiance indiqué (Bouthorel et Champion, 2013).

2. Les types des matériaux de références

Les MR sont utilisés pour prendre en charge les mesures relatives à la composition chimique, aux propriétés biologiques, cliniques, physiques et techniques, ainsi qu'à d'autres aspects tels que le goût et l'odeur. Ils peuvent être caractérisés en termes d'identité (par exemple, structure chimique, type de fibre, espèce microbiologique, etc.) ou de "valeurs de propriété" (par exemple, quantité d'une entité chimique donnée, dureté, etc.) Voici quelques types de matériaux de référence couramment rencontrés :

a) Substances pures

Caractérisées pour leur pureté chimique et/ou leurs impuretés à l'état de traces.

b) Solutions étalons et mélanges gazeux

Souvent préparés par gravimétrie à partir de substances pures et utilisés à des fins d'étalonnage.

c) Matériaux de référence matriciels

Caractérisés par la composition de constituants chimiques majeurs, mineurs ou à l'état de traces. Ces matériaux peuvent être préparés à partir de matrices contenant les composants d'intérêt, ou en préparant des mélanges synthétiques.

d) Matériaux de référence physico-chimiques

Caractérisés pour des propriétés telles que le point de fusion, la viscosité et la densité optique.

e) Objets ou artefacts de référence

Caractérisés pour des propriétés fonctionnelles telles que le goût, l'odeur, l'indice d'octane, le point d'éclair et la dureté. Ce type inclut également les spécimens de microscopie caractérisés pour des propriétés allant du type de fibre aux spécimens microbiologiques (**Bouthorel et Champion, 2013**).

3. L'importance de Matériau de référence un analyse

Le matériau de référence utilisé pour étalonner l'appareil entre directement dans l'évaluation de l'incertitude de la mesure. Ce matériau de référence permet également d'évaluer la justesse d'un résultat et d'une méthode de mesure, en évaluant le biais : l'écart entre la réponse de l'instrument de mesure et la valeur certifiée du matériau de référence, dans la limite de l'incertitude attribuée au MR. Enfin, le cas des substances

pures, le matériau de référence est utilisé pour confirmer l'identité d'une analyse. Son choix est donc primordial pour obtenir une mesure exploitable. Outre ces aspects techniques, le matériau de référence permet d'établir la traçabilité métrologique de la mesure, afin d'assurer que l'unité du résultat soit universelle.

4. Utilisations des matériaux de références

a) Etalonnage

Normalement, une substance pure est utilisée pour l'étalonnage de l'étape de mesure d'une méthode. Les autres composantes de la méthode d'essai, telles que la digestion, la séparation et la dérivatisation de l'échantillon, ne sont évidemment pas

Couvertes et la perte d'analyse, la contamination et les interférences, ainsi que les incertitudes qui leur sont associées, doivent être traitées dans le cadre de la validation de la méthode. L'incertitude associée à la pureté du MR contribuera à l'incertitude totale de la mesure. Par exemple, un MR certifié pur à 99,9%, avec une incertitude élargie U ($k=2$) de 0,1%, contribuera à une composante d'incertitude de 0,1% au budget global d'incertitude de la mesure. Dans le cas de l'analyse de traces, ce niveau d'incertitude sera rarement important, mais pour les travaux de dosage, on peut s'attendre à ce qu'il soit significatif.

Certaines autres méthodes, telles que l'analyse XRF, utilisent les MR de la matrice pour l'étalonnage du processus analytique complet. En plus d'une correspondance étroite avec la matrice, la forme de l'analyse doit être la même dans les échantillons et les RM, et les concentrations analytiques des RM doivent correspondre à celles des échantillons.

b) Incertitude des mesures

L'estimation du biais (la différence entre la valeur mesurée et la valeur réelle) est l'un des éléments les plus difficiles de la validation d'une méthode, mais des MR appropriés peuvent fournir des informations précieuses, dans les limites de l'incertitude de la ou des valeurs certifiées du MR et de l'incertitude de la méthode à valider. Bien que des valeurs certifiées traçables soient hautement souhaitables, l'estimation des différences de biais entre deux ou plusieurs méthodes peut être établie en utilisant des MR moins rigoureusement certifiés. Il est clair que les MR doivent se situer dans le champ d'application de la méthode en termes de type de matrice, de concentration de l'analyse,

etc. et, idéalement, un certain nombre de MR couvrant toute la gamme de la méthode devraient être testés. Lorsque des modifications mineures à une méthode bien établie sont évaluées, des études de biais moins rigoureuses peuvent être utilisées.

Des mesures répétées du MR, couvrant toute la gamme des variables autorisées par la méthode à valider, peuvent être utilisées pour estimer l'incertitude associée à tout biais, qui doit normalement être corrigé. L'incertitude associée à une MR ne devrait pas être supérieure à un tiers de celle de la mesure de l'échantillon.

c) Vérification de l'utilisation correcte d'une méthode

L'application réussie d'une méthode valide dépend de son utilisation correcte, tant en ce qui concerne les compétences de l'opérateur que l'adéquation de l'équipement, des réactifs et des normes. Les MR peuvent être utilisés pour la formation, pour vérifier les méthodes rarement utilisées et pour le dépannage lorsque des résultats inattendus sont obtenus.

d) Contrôle et assurance de la qualité

Les MR doivent être caractérisés en ce qui concerne l'homogénéité, la stabilité et la ou les valeurs des propriétés certifiées. Pour le CQ interne, cependant, cette dernière exigence peut être relâchée, mais une homogénéité et une stabilité adéquates sont essentielles. Des exigences similaires s'appliquent aux échantillons utilisés pour établir dans quelle mesure les mesures effectuées dans différents laboratoires concordent ou non. Dans le cas des essais d'aptitude, l'homogénéité est essentielle et la stabilité de l'échantillon dans le temps de l'exercice doit être évaluée et contrôlée. Bien que cela soit souhaitable, le coût de la certification des valeurs de propriété des échantillons des essais d'aptitude interdit souvent de le faire et les valeurs moyennes consensuelles sont souvent utilisées à la place. En conséquence, il subsiste souvent un doute quant à la fiabilité des valeurs attribuées utilisées dans les programmes d'essais d'aptitude. En effet, bien que la moyenne consensuelle d'un ensemble de données ait une valeur, la "majorité" n'est pas nécessairement correcte et, par conséquent, les valeurs comportent un élément d'incertitude non divulgué. L'interprétation des données des essais d'aptitude doit donc être effectuée avec prudence (**Bothorel et Champion, 2003**).

III.1 Fabrication d'un matériau de référence (étalon)

Pour la fabrication du matériau de référence (étalon) au laboratoire on applique des exigences les normes ISO 9001 et ISO 17025

Pour cela, nous avons acquis le guide ISO 35 comme méthodologie de travail pour réalisant une étude de stabilité.

Quelques définitions

a) ISO 9001 :

La norme ISO 9001 définit les demandes structurelles et organisationnelles nécessaires pour la création d'un système de gestion performant et efficace.

Cette norme donne aux entreprises un cadre règlementaire qui leur permet d'aborder leur gestion avec une approche systématique des processus de production en lien avec les attentes de leur clientèle et la satisfaction de cette dernière, comme cela peut être le cas avec un outil CRM de gestion des relations avec les clients.

b) ISO 17025

Le référentiel ISO 17025 est un outil pour la mise en place et l'amélioration d'activités des laboratoires. Elle contient l'ensemble des exigences que les laboratoires doivent respecter pour démontrer à leurs clients et aux autorités réglementaires qu'ils appliquent un système de management leur permettant de maîtriser entièrement leurs processus, qu'ils ont la compétence technique et sont aptes à produire des résultats techniquement valides. Les organismes d'accréditation chargés de reconnaître la compétence des laboratoires utiliseront la norme comme base de leur accréditation.

c) ISO guide 35

Donne des lignes directrices plus spécifiques concernant question technique et explique les concepts de processus, tel que l'évaluation de l'homogénéité, l'évaluation de stabilité et la caractérisation pour la certification des MR.

d) Objectif de la norme

Selon Alan Bryden, Secrétaire général de l'ISO, "L'ISO/CEI 17025 bénéficie aux entreprises, aux gouvernements et à la société dans son ensemble. La confiance dans la compétence des laboratoires est souvent nécessaire pour les entreprises qui essaient de nouveaux produits ou veulent s'assurer que les produits finis sont prêts pour la

commercialisation pour les autorités réglementaires et les responsables du commerce qui exigent une assurance pour les produits nationaux ou importés destinés au marché, ou pour garantir la qualité et la fiabilité des essais et analyses se rapportant aux risques pour l'environnement, la santé ou la sécurité.

" L'ISO/CEI 17025 s'applique à tous les laboratoires, quels que soient leurs effectifs et l'étendue du domaine de leurs activités d'essai et d'étalonnage. Cette norme est destinée à être utilisée par les laboratoires désireux de mettre au point les systèmes de management de la qualité, administratif et technique régissant leurs opérations.

Elle est utilisée par les clients par les clients des laboratoires, les autorités réglementaires et les organismes d'accréditation en gagés dans des activités de confirmation ou de reconnaissance de la compétence des laboratoires (Adeili,2007).

e) Conditions de répétabilité, f

condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent la même procédure de mesure, les mêmes opérateurs, le même système de mesure, les mêmes conditions de fonctionnement et le même lieu, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires pendant une courte période de temps.

f) Conditions de reproductibilité, f

condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent des lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires.

g) Valeur Vraie, f

Valeur vraie d'une grandeur, f valeur d'une grandeur compatible avec la définition de la grandeur.

h) Valeur conventionnelle, m

Valeur conventionnelle d'une grandeur, m valeur attribuée à une grandeur par un accord pour un usage donné.

i) Modèle de mesure

Relation mathématique entre toutes les grandeurs qui interviennent dans un mesurage.

j) Valeur certifiée

Assignée à une propriété d'un matériau de référence (MR) accompagnée d'une incertitude et d'une déclaration de traçabilité métrologique, identifiée comme telle dans le certificat du MR certifié.

k) Valeur indicative

Valeur informative valeur d'une grandeur ou propriété d'un matériau de référence, donnée uniquement à titre d'information.

l) Etalon

Matériau de référence utilisé pour l'étalonnage de l'équipement ou un mode opératoire de mesurage.

m) Matériau de contrôle de la qualité

Matériau de référence utilisé pour le contrôle de la qualité d'un mesurage.

n) Étude de stabilité isochrone

Étude expérimentale de stabilité d'un matériau de référence, au cours de laquelle plusieurs unités exposées à des conditions et des durées de stockage différentes sont analysées sur un court intervalle de temps (**ISO GUIDE 35:2017F**).

2. Résumé du plan de projet La production d'un matériau de référence

Comme le montre le schéma ci-dessous (figure 02) :

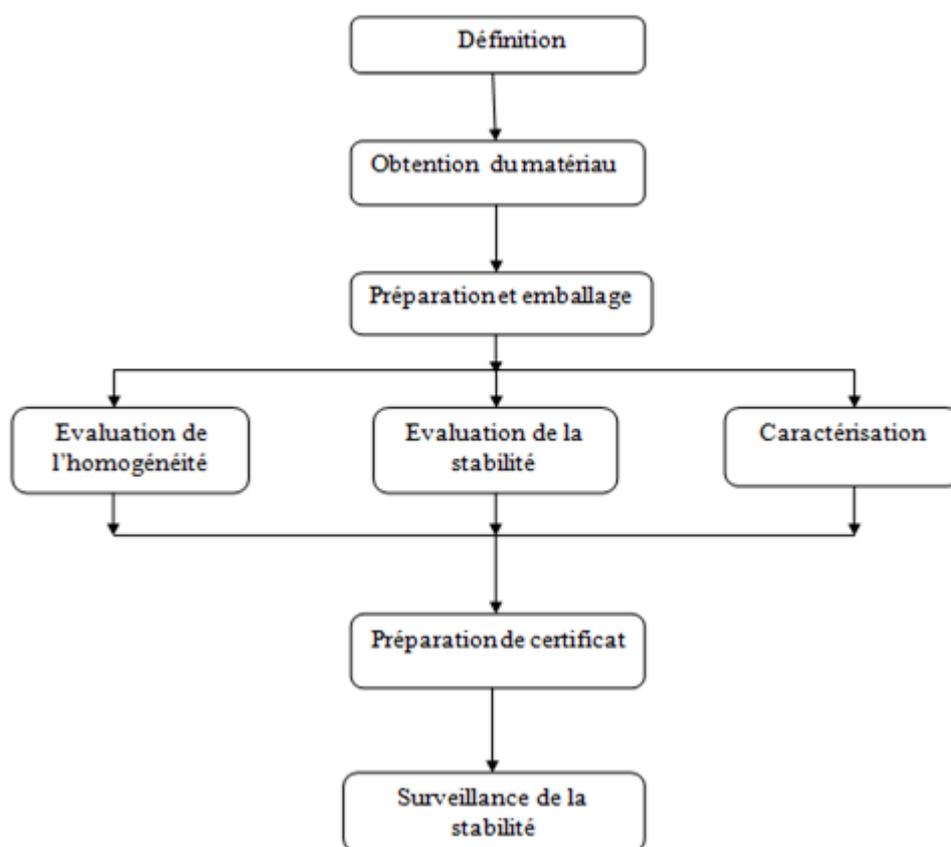


Figure 2. Les principales étapes qui interviennent dans la production d'un matériau de référence (Norme ISO Guide 35).

a) Etape 01 (définition)

Définition du MR, c'est-à-dire de la matrice, des propriétés à caractériser et des niveaux souhaités les concernant, de l'usage prévu du matériau et, pour les MRC, de l'incertitude cible.

• **Etude de faisabilité**

Les études de faisabilité sont de brèves études destinées à traiter les aspects liés à la faisabilité de la production et de la caractérisation d'un matériau de référence suffisamment homogène et stable. Par exemple, des études de faisabilité à petite échelle menées au début du projet peuvent notamment permettre de déterminer la meilleure façon de préparer le MR ou de lui assurer une stabilité suffisante.

b) Etape 02 obtentions du matériau

Le matériau de base étant un produit commercialisé par la raffinerie d'ALGER, une demande a été formulé pour avoir la quantité nécessaire pour notre étude.

- **Obtention du matériau de départ :**

Dans un projet de production de matériau de référence, la première chose à faire est d'obtenir une quantité suffisante de matériau(x) de départ présentant les propriétés souhaitées.

La quantité de matériau nécessaire est déterminée par les aspects suivants :

- le nombre d'unités nécessaires pour l'étude d'homogénéité.
- le nombre d'unités nécessaires pour l'étude de stabilité.
- le nombre d'unités nécessaires pour la caractérisation du MR candidat.
- la taille prévue de chaque unité de MR, qui doit être suffisante pour réaliser au moins deux mesurages.
- éventuellement, la nécessité d'unités supplémentaires pour couvrir les imprévus comme, par exemple, des études de suivi pour répondre à des demandes de clients, un renouvellement de certification requis suite à une modification significative des conditions de stockage ou une augmentation du nombre de propriétés certifiées.

Le choix de la durée définie pour cette étude de stabilité est basé sur l'espace de stockage disponible au laboratoire, sur la fréquence d'utilisation du MR ainsi que la durée à définir de sorte à éviter tout gaspillage dû à la dégradation inévitable du matériau au fil du temps.

c) Etape 03 emballage

La quantité globale a été conditionnée au niveau du laboratoire dans des flacons en verre étiqueté d'une capacité d'un litre.

d) Etape 04 Évaluation de l'homogénéité

L'homogénéité est une exigence capitale pour tous les matériaux de référence ; elle englobe l'homogénéité intra-unité et l'homogénéité inter-unités. L'homogénéité inter-unités est primordiale pour s'assurer que chaque unité de MR aura la même valeur pour chaque propriété. L'homogénéité intra-unité est cruciale si des sous-échantillons peuvent être prélevés par les utilisateurs du matériau à des fins de mesure.

e) Etape 05 Caractérisation

Après l'étape précédente, il doit définir étudier la caractérisation de produit.

f) Etape 06 Évaluation de la stabilité

Il convient que les matériaux de référence soient suffisamment stables en ce qui concerne leur usage prévu pour permettre à l'utilisateur de se fier à la valeur attribuée pendant toute la période de validité du certificat. En général, il est important d'examiner la stabilité dans des conditions de stockage à long terme, dans des conditions de transport et (le cas échéant) dans les conditions de stockage qui ont cours dans le laboratoire de l'utilisateur du MR. L'étude de la stabilité après ouverture, si une réutilisation est permise, peut être utile.

_ Il existe 2 types de stabilité :

- **La stabilité de court terme**

Dans cette étude il est impératif de travailler sous des conditions de répétabilité, la durée pour faire cette étude est de 2 à 3 mois avec 3 essais minimum.

La température devra être prise en compte pour le cas où l'échantillon devra être transporté.

- **La stabilité de long terme**

La durée pour faire cette étude est de 24 à 36 mois avec 5 à 6 essais minimum.

L'expérimentation peut être menée selon deux méthodologies :

- **Etude classique de stabilité**

Elle est réalisée sous des conditions de reproductibilité, sur une durée prédéfinie, sur plusieurs individus.

- **Etude isochrone de stabilité**

Elle est réalisée sous des conditions de répétabilité et les analyses sont faites en une seule fois.

CHAPITRE II. Généralité sur le pétrole

Etant donné que le JET A1 provient de la distillation de pétrole, des généralités sur ce dernier seront passées en revue dans la présent chapitre.

II.1 .Définition

Le pétrole est une matière minérale naturelle issue des restes modifiés d'êtres vivants. Son nom vient du latin *petrae oleum*, qui signifie « huile de pierre ». C'est une substance sombre et huileuse, liquide dans sa forme typique, mais qui peut aussi apparaître solide ou gazeuse. La forme liquide sous laquelle il est extrait est appelée « pétrole brut » si elle est noire et visqueuse, et « condensat » si elle est claire et volatile. Lorsqu'elle est solide, on l'appelle « asphalte », et « bitume » lorsqu'elle est semi-solide. Le pétrole est un mélange complexe de différents composants chimiques, que l'on peut isoler par raffinage. Ceux-ci serviront à fabriquer une grande variété de produit.

Le pétrole brut est un fluide constitué principalement d'hydrocarbures ; il contient également des composés organiques soufrés, oxygénés et azotés. On le rencontre dans les bassins sédimentaires, où il occupe les vides de roches poreuses appelées réservoirs. Les gisements de pétrole correspondent à une accumulation dans une zone où le réservoir présente des caractéristiques favorables et constitue un piège : la fuite du pétrole - moins dense que l'eau est rendue impossible vers le haut par la présence d'une couverture imperméable (argiles, sel) et latéralement par une géométrie favorable (dôme anticlinal, biseau de sables dans des argiles) (**Wauquier, 1994**).

2. Origine de pétrole

Le pétrole a pour origine la substance des êtres, animaux ou végétaux, vivant à la surface du globe et particulièrement en milieu aquatique. La matière organique ainsi produite se dépose au fond des mers et des lacs et est incorporée aux sédiments, au fur et à mesure que ceux-ci sont enfouis, les constituants organiques se transforment, principalement sous l'action de la température et la pression, en hydrocarbures dont une

partie vient progressivement se concentrer dans les pièges des réservoirs poreux. Si la composition élémentaire globale des pétroles est relativement fixe, la structure chimique de leurs constituants varie plus largement, ce qui entraîne une grande diversité des propriétés physiques (densité, viscosité) ainsi que des teneurs très variables dans les différents types de produits obtenus par raffinage. En particulier, la présence de soufre dans certains pétroles pose des problèmes de corrosion et de pollution atmosphérique, tant au stade du

raffinage qu'à celui de l'utilisation industrielle ou domestique de leurs dérivés (**Wauquier, 1994**).

3. Les compositions de pétrole

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

3.1. Les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont composés principalement d'alcane saturés non cycliques et cycliques, de composés aromatiques monocycliques (BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de certains composés polaires (résines et asphaltènes) et de métaux. Leur proportion varie selon l'origine de l'hydrocarbure et le raffinage des pétroles bruts, on peut regrouper selon les familles suivantes (**Gruyer et al., 2015**) :

- ✓ Les compositions cycliques
- ✓ Les compositions aromatiques (BNTEX) (HAB)
- ✓ Les alcanes : composés à structure linéaire ou ramifiée

➤ Hydrocarbure saturés (alcane)

_ Les alcanes sont la famille des molécules composée uniquement de carbone.

_ Il existe 2 types : Les aliphatiques, les cyclo alcanes

les alcanes sont caractérisés par une certaine hydrophobicité et une bonne volatilité pour les alcanes de 5 à 12 carbone et une volatilité plus modérée pour les alcanes de 12 à 26 carbones (tableau) (**Colombano et al., 2012**):

Tableau 1. Grandeurs caractéristiques des alcanes (Colombano et al., 2012).

Solubilité	Log kow	Densité	Température d'ébullition
C ₅ -C ₇ 3-30 mg.L ⁻¹	3,5-5	<1	C ₅ -C ₁₂ 40 et 200 °C
C ₁₂ 0,007 mg.L ⁻¹			C ₁₂ -C ₂₆ 200-300 °C

➤ Hydrocarbure insaturée

Cette classe de composés possède au moins deux atomes de carbones reliés par une liaison multiple, on distingue : les alcènes ou oléfineet les alcynes ou acétylènes (Laxade, 2012).

➤ Hydrocarbure aromatique

Composés cycliques polyinsaturés présents en forte quantité dans les coupes les plus lourdes. Ils peuvent contenir un ou plusieurs cycles aromatiques et/ou naphthéniques et/ou des chaînes ramifiées.

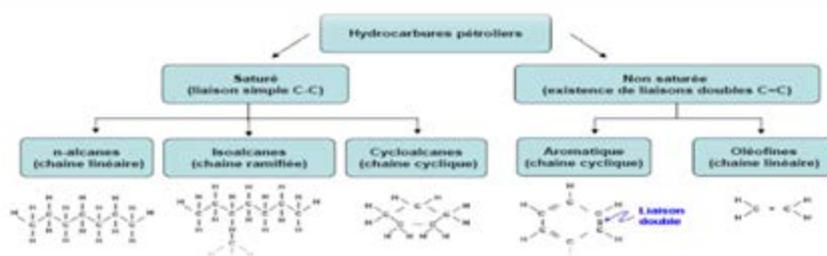
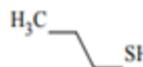
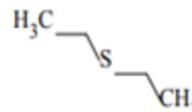
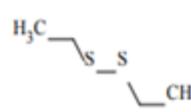
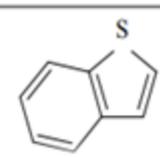


Figure 3. Structure moléculaire de base des principaux hydrocarbures pétroliers (Colombano et collab. 2008).

3.2 Les compositions soufrées

Le soufre est l'hétéroélément le plus répandu dans le pétrole. Sa teneur est fortement corrélée avec la densité de la matrice. Les composés soufrés présents dans les produits pétroliers appartiennent à différentes familles chimiques : les thiols ou mercaptans, les sulfures et, les composés thiophéniques (Laxalde, 2012).

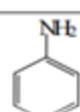
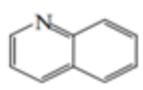
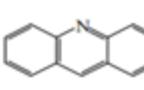
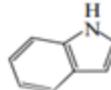
Tableau 2. Structure de composés soufrés présents dans les produits pétroliers
(Laxalde, 2012).

Familles	Mercaptans	Sulfures	Disulfures	Benzothiophènes
Exemples				

3.3 Les compositions azotées

L'azote se trouve préférentiellement dans les fractions de point d'ébullition supérieur à 250°C et est particulièrement concentré dans les résines et les asphaltènes. On trouve l'azote sous forme (Wauquier, 1994).

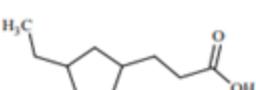
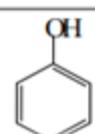
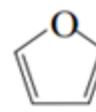
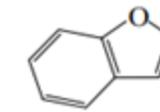
Tableau 3. Structure de composés azotés présents dans les produits pétroliers
(Wauquier, 1994).

Familles	Dérivés basiques				Dérivés neutres	
	Aniline	Pyridine	Quinololine	Acridine	Pyrrole	Indole
Exemples						

3.4 Les compositions oxygénées

Parmi les composés oxygénés présents dans les produits pétroliers, on peut distinguer les acides carboxyliques naphthéniques, les esters, les phénols, les furanes et les benzofuranes (Tableau4.). Bien qu'ils soient présents en faibles teneurs, principalement dans les coupes lourdes, les composés oxygénés possèdent un caractère acide qui est responsable de l'acidité globale des pétroles bruts et qui engendre des problèmes de corrosion (Laxalde, 2012).

Tableau 4. Structure de composés oxygénés présents dans les produits pétroliers
(Laxalde, 2012).

Familles	Acide naphthénique	Phénol	Furane	Benzofurane
Exemples				

3.5 Les compositions métalliques

Ils existent sous forme de sels dissous dans l'eau mélangée avec le pétrole brut. Les métaux sont des poisons permanents pour les catalyseurs industriels. Pour ces composés on trouve le plomb, As, P, V, Hg, etc.... (Derdar, 2014).

Tableau 5. Structure de composés métalliques présents dans les produits pétroliers (Derdar, 2014).



4. Classification de pétrole

Le pétrole sont classé on plusieurs catégories importante car elle basé sur les méthodes de traitement de pétrole.

4.1 Méthode industrielle

4.2 Méthode chimique (selon PONA)

4.3 Méthode technologique

Cette classification basée sur la connaissance de la :

a) Teneur en Soufre dans le pétrole brut et dans les fractions pétrolières

- Pétrole peu sulfureux si la teneur ne dépasse pas 0.5%.
- Pétrole sulfureux si la teneur est comprise entre 0.5 -2 %.
- Pétrole très sulfureux si sa teneur > 2 %.

b) Teneur en fractions Claires PF = 350 c°

- Teneur élevée en fraction à PF= 350 c° : > 45% (pétrole léger);
- Teneur moyenne en fraction à PF= 350 c° : entre 30 et 45% (pétrole moyen);
- Teneur faible en fraction à PF= 350 c° : < 30% (pétrole lourd)

c) En fonction de La teneur en huiles de base

_ En fonction de la teneur d'huile de base et d'huile résiduelle en distingue quatre groupes du pétrole, et en fonction de leurs qualités (indice de viscosité) on distingue deux sous-groupes (tableau 6.) :

Tableau 6. La teneur en huile de base et leur qualité (Guerrame, 2013).

Groupe	Teneur en huile de base par apport au pétrole	Teneur en huile de base par rapport au mazout	Sous groupe	Indice de viscosité
M1	>25	<45	I ₁	<85
M2	15-25	<45		
M3	15-25	30-45		
M4	<30	<30	I ₂	40-85

d) En fonction de La teneur des paraffines

En fonction de la teneur en paraffines; En distingue trois espèces de pétrole : P1 – pétrole peu paraffinique < 1.5 %. P2 – pétrole paraffinique 1.5 – 6 %. P3 – pétrole très paraffinique > 6 %. La méthode technologique est la plus complète et permet de choisir le schéma adéquat de traitement (Guerrame, 2013).



Figure 4. Composition d'un pétrole (Guerrame, 2013).

CHAPITRE III. Produit JET A1

III.1. Définition de kérosène (C_{9/10} – C_{13/14})

Le kérosène (kérosine), également appelé paraffine ou huile de paraffine, est un liquide huileux inflammable jaune pâle ou incolore à l'odeur caractéristique, dont la volatilité est intermédiaire entre l'essence et du gazole/diesel, et qui se distille entre 125 °C (257 °F) et 260 °C (500°F)(**Speight, 2002**).

Il contient des hydrocarbures dont le nombre d'atomes de carbone se situe de 9 à 14, cette coupe est utilisée pour la fabrication de carburateurs (**Chitour, 1983**).

2. Compositions chimiques de kérosène

Le kérosène contient des produits d'hydrocarbures, des composés sulfureux et azotés ainsi que des produits acides.

2.1. Composition en hydrocarbures

Le kérosène ou pétrole lampant est un mélange d'hydrocarbures, dont les principaux constituants sont des hydrocarbures, n-aliphatiques et iso-aliphatiques (paraffiniques et isoparaffiniques), des hydrocarbures cycloaliphatiques (cycloparaffiniques ou naphténiques) et des hydrocarbures aromatiques (environ 15 à 20 % et ≤ 5 % si des aromatisés). Le benzène est en général absent de ces coupes.

(**Claude Guibet, 2011**).

2.2. Les composés sulfureux

Les distillats de kérosène peuvent contenir 0,05% à 0,30% de soufre sous forme de différents composés organiques, certains de ces composés sont produits pendant la distillation ; à partir de composés sulfureux à haut point d'ébullition se trouvant dans le brut de départ. Les composés sulfureux sont les mercaptans, les sulfures, les bisulfures et les thiophènes.

a) Les composés Azotés

La plupart des bruts ont une faible teneur en azote, on trouve des composés azotés basiques et non basiques dans les distillats.

b) Les composés Acides

Les distillats de kérosène peuvent contenir des composés de caractère acides, tels que les phénols. Les composés phénoliques présentent comme les composés azotés, une grande importance du point de vue stabilité de la couleur (**Bouhank et Rouaiguia, 2021**).

3. Types de kérosène

JET A1, JET A, JET B, JP-8, JP-5, TS-1 sont des Carburants basés sur le kérosène.

Les moteurs d'aviation à turbine (turboréacteurs, turbopropulseurs) utilisent des carburants à base de kérosène. En aviation civile, le carburant de ce type le plus répandu est le JET A1, défini par la norme internationale AFQRJOS (Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems), qui gèle au minimum à -47°C (car c'est la limite inférieure définie par l'AFQRJOS) (Dukek, 1992).

_ Le JET A est un carburant de qualité kérosène, normalement disponible uniquement aux États-Unis. Il a le même point d'éclair que le JET A1 mais un point de congélation maximum plus élevé (-40°C). Il est fourni selon la spécification ASTM D1655.

_ Le JET B est un distillat couvrant les fractions naphta et kérosène. Il peut être utilisé en remplacement du JET A, mais comme il est plus difficile à manipuler (inflammabilité plus élevée), la demande n'est significative que dans les climats très froids où sa meilleure performance par temps froid est importante. L'ASTM a une spécification pour le JET B mais au Canada, il est fourni selon la spécification canadienne CAN/CGSB3.23 (<https://www.shell.com/businesscustomers/aviation/aviation-fuel/civil-jet-fuel-grades.html>).

_ Les JP-5 et JP-8 sont utilisés comme carburants pour les avions militaires en États-Unis. Sont des liquides incolores inflammables, Ces carburants sont fabriqués à partir de composés chimiques appelés hydrocarbures (kérosène). (<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp121.pdf>).

_ Le TS-1 est la principale qualité de carburéacteur disponible en Russie et dans les États de la CEI. C'est un carburant de type kérosène dont la volatilité est légèrement supérieure (le point d'éclair est de 28°C minimum) et le point de congélation inférieur ($<-50^{\circ}\text{C}$) par rapport au JET A1. (<https://www.shell.com/businesscustomers/aviation/aviation-fuel/civil-jet-fuel-grades.html>).

_ Les deux types de carburéacteur les plus utilisés dans le monde sont désignés par les sigles JET A et JET A1, le second se différencie du premier uniquement par la tenue au froid, un peu plus performante (-47°C au lieu de -40°C) (Claude Guibt, 2011).

Quelques différences dans les types (tableau ci dessus) :

Tableau 7. Quelques différences entre les types de kérosène (Claude Guibt, 2011).

	JET A	JET B	JP-4	JP-5	JP-8
Aromatique, Vol %(max)	25	25	25	25	25
soufre total, masse %(max)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
point d'ébullition finale c° (max)	300		270	300	300
point d'éclaire c°	38			60	38
masse volumique à 15c°, Kg/m³	775- 840	751- 820	751- 802	788- 845	775- 840
point de congélation°	-40	-50	-58	-46	-47
Energie de combustion°	42,8	42,8	42,8	42,6	42,8

4. Utilisation de kérosène

Le kérosène a des applications dans les milieux industriels et domestiques.

4.1. Application domestique (lampes, appareil de chauffage, cuisine)

Le kérosène est un combustible domestique important depuis le milieu du 19e siècle. Dans les pays développés, son utilisation a fortement diminué en raison de l'électrification. Cependant, dans les pays en développement, l'utilisation du kérosène pour la cuisine et l'éclairage 2e reste très répandue. (Bates,Gauthier,Lam,et Smith, 2012).

4.2. Applications dans l'industrie pétrochimique

En tant que produit pétrolier miscible avec de nombreux liquides industriels, le kérosène peut être utilisé à la fois comme solvant, capable d'éliminer d'autres produits pétroliers, tels que la graisse de chaîne, et comme lubrifiant, avec moins de risque de combustion par rapport à l'utilisation d'essence. Il peut également être utilisé comme agent de refroidissement dans la production et le traitement des métaux (conditions sans oxygène).

4.3. Carburant pour l'aviation

Pour moteurs a réacteur (carburéacteurs) et turbines.

4.4. En chimie

Le kérosène est utilisé comme diluant dans le procédé d'extraction PUREX, mais il est de plus en plus supplanté par le dodécane. En cristallographie aux rayons X, le kérosène peut être utilisé pour stocker des cristaux. Lorsqu'un cristal hydraté est laissé dans l'air, la déshydratation peut se produire lentement. Cela rend la couleur du cristal terne. Le kérosène peut éloigner l'air du cristal.

4.5. Comme solvant

Le kérosène peut être utilisé comme dissolvant d'adhésif sur le mucilage difficile à enlever ou l'adhésif laissé par des autocollants sur une surface en verre (comme dans les vitrines des magasins).

Il peut être utilisé pour nettoyer les chaînes de vélo et de moto de l'ancien lubrifiant avant relubrification(oilfielddirectory.com, 2015).

5. La production de kérosène

Le kérosène est une coupe pétrolière issue de la distillation atmosphérique du pétrole. Cette coupe est traitée à l'hydrogène afin de convertir le soufre organique en hydrogène sulfuré qui est ensuite éliminé.

Les procédés de distillation permettent de fractionner le pétrole brut en différentes coupes d'hydrocarbures selon leur différence de volatilité et donc la taille des molécules qu'elles renferment. La distillation atmosphérique sépare le pétrole en gaz, essences, distillats moyens et en résidu atmosphérique. Parmi ces distillats moyens, on retrouve

D'une part, la coupe kérosène provenant de l'intervalle de distillation 140 - 250 °C qui est une fraction légère constituée de composés dont les chaînes carbonées sont comprises entre 9 et 15 atomes de carbone (C9 - C15), principalement des paraffines. Cette base est surtout utilisée pour la formulation du carburant d'aviation JET A1, mais elle constitue également un excellent moyen de correction de la tenue à froid des gazoles moteurs (**Azroug et El ouail, 2019**).

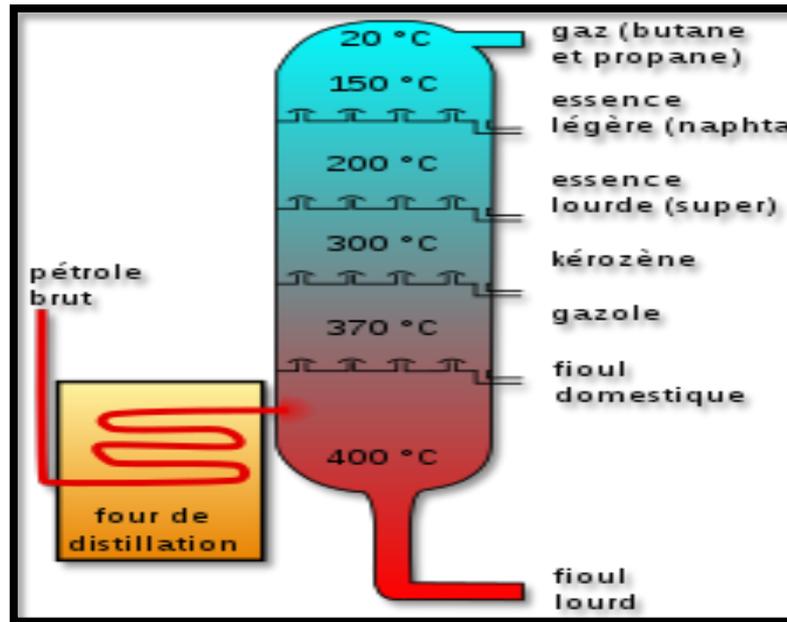


Figure 5. Production du kérosène(Azroug et El ouail, 2019).

6. Le kérosène JET A1

Les carburants kérosènes actuels ont été développés à partir du kérosène d'éclairage utilisé dans les premiers moteurs à turbine à gaz. Ces moteurs avaient besoin d'un carburant présentant de bonnes caractéristiques de combustion et un contenu énergétique élevé. Les carburants de type kérosène utilisés aujourd'hui dans l'aviation civile sont principalement le JET A1 ([wikipedia.org/wiki/Carburant aviation](http://wikipedia.org/wiki/Carburant_aviation)).

Le carburéacteur de type kérosène (JET A1) est un distillat moyen utilisé pour les groupes motopropulseurs à turbine d'aviation. Il présente généralement les mêmes caractéristiques de distillation et le même point de d'éclair que le kérosène (entre 150°C et 300°C mais généralement pas au-dessus de 250°C). En outre, ce carburant a des Spécifications particulières (comme le point de congélation) qui sont établies par l'Association internationale du transport aérien (IATA) (Speight, 2002).

- Ou en d'autres termes :

Le JET A1 C'est un carburant destiné à l'alimentation des brûleurs des turboréacteurs d'avion. La coupe Kérosène est utilisée pour la fabrication du JET A1. Les exigences de qualité en relation avec la volatilité et les points de coupe sont essentiellement:

- **Le point d'éclair**

Pour le JET A1 la spécification correspond à un point d'éclair ABEL $\geq 38^{\circ}\text{C}$.

- **Le point final de distillation**

Doit être égal à 250°C

- **Freising point ou le point de congélation**

Doit être $\leq -47^\circ\text{C}$

On a aussi la conductivité du JET A1 qui doit être supérieur à 100 Ps/m pour ce qui concerne la déference entre kérosène et le JET A1 on a le tableau suivant (Bousbi et Ousna, 2020) :

Tableau 8. Comparaison entre le kérosène et JET A1 (Bousbi et Ousna, 2020).

Coupe Kérosène	JET A1
- Teneur en soufre 0,01 à 0,07% masse sur bruts BTS 0,07 à 0,3% masse sur bruts HTS. Exceptionnellement plus de 0,3% - Teneur en mercaptans RSH 10 à 300 g/t selon les bruts. - Conductivité 0ps/m	- Soufre $\leq 0,3\%$ masse - Mercaptans $\leq 30\text{g/t}$ - Conductivité $\geq 150\text{Ps/m}$

7. Spécification de JET A1

Le carburéacteur (kérosène) est contrôlé en conformité avec AFQRJOS issue 32(voir annexe 1).

- **Densité (la masse volumique)**

La densité des hydrocarbures correspond à la masse par unité de volume. Cette propriété est utilisée par l'industrie pétrolière pour distinguer les hydrocarbures légers et lourds. Elle est aussi importante pour indiquer la flottabilité des hydrocarbures dans l'eau en cas de déversement. La plupart des hydrocarbures ont des densités comprises entre 0,7 et 0,99 g/ml à $t = 15^\circ\text{C}$

- **Point d'éclair**

Le point d'éclair, ou point d'inflammabilité, est la température à partir de laquelle un produit dégage suffisamment de vapeur pour former avec l'air un mélange inflammable au

contact d'une flamme ou d'une étincelle. Beaucoup d'hydrocarbures fraîchement déversés peuvent facilement s'enflammer tant que les composés volatiles ne se sont pas évaporés et dispersés dans l'atmosphère (Gryer et Groleau, 2015).

Le point éclair doit être supérieur à 38°C pour le JET A1 (Jeuland et Starck, 2008).

Le point d'éclair est une caractéristique très importante puisqu'elle concerne la sécurité des opérations de transport, de transfert et de stockage.

- **La viscosité :**

La viscosité est une grandeur physique qui mesure la résistance à l'écoulement d'un fluide, cette résistance est due aux frottements et à la difficulté de déplacement des molécules. Elle est très utilisée dans l'industrie du raffinage ou elle caractérise la capacité des huiles à assurer leurs fonctions de lubrifiants.

- **Corrosion de lame de cuivre**

La corrosion est un phénomène altérant les propriétés mécaniques et physiques des matériaux, c'est une conséquence d'une réaction chimique hétérogènes souvent très complexes entre le matériau métallique (phase solide), et le milieu agressive (phase liquide ou gaz) (Hebbache, 2017).

- **Point de congélation**

Le point de congélation ou le point de disparition des cristaux est la température dans laquelle les cristaux d'hydrocarbures formés au cours d'un refroidissement disparaissent quand on laisse remonter la température du carburant.

Le carburéacteur doit rester fluide aux très basses températures que l'on rencontre à haute altitude. Le point de congélation du carburéacteur (freezing point) doit être inférieur à -47°C (Razanabony, 2019).

- **Teneur en gommes actuelles**

La teneur en gomme actuelle peut traduire également une « pollution » du carburant par des traces de produits plus lourds (exemple : fioul,...). C'est la raison pour laquelle la mesure prévoit un lavage des gommes initialement récupérées afin de déterminer la proportion réelle des produits d'oxydation.

- **Point de fumée**

Le point de la fumée c'est la température à partir de laquelle les produits émettent des fumées de façon continue (**Razanabony, 2019**).

Le point de fumée est d'autant plu faible que la teneur en aromatique est élevée. Or, il nécessaire de limiter la teneur en aromatiques du carburéacteur. (Le point de fumée correspond, pour une lampe a mèche normalisée, a la hauteur maximale possible de la flamme son formation de fumé) (**Favennec, 1998**).

- **La teneur en soufre**

Teneur en soufre c'est la quantité de soufre dans les produits pétroliers.

- **La Distillation**

La distillation est un procédé de séparation d'un mélange de substances liquides dont les températures d'ébullition sont différentes. Elle permet de séparer les constituants d'un mélange homogène. Sous l'effet de la chaleur ou d'une faible pression, les substances se vaporisent successivement, et la vapeur obtenue est liquéfiée pour donner le distillat (**Razanabony, 2019**).

- **Couleur**

La couleur est une caractéristique qui s'applique aux produits dits blancs mais, en réalité, plus ou moins colorés depuis le jaune très pâle jusqu'au brun foncé (**Claude Guibet, 2011**).

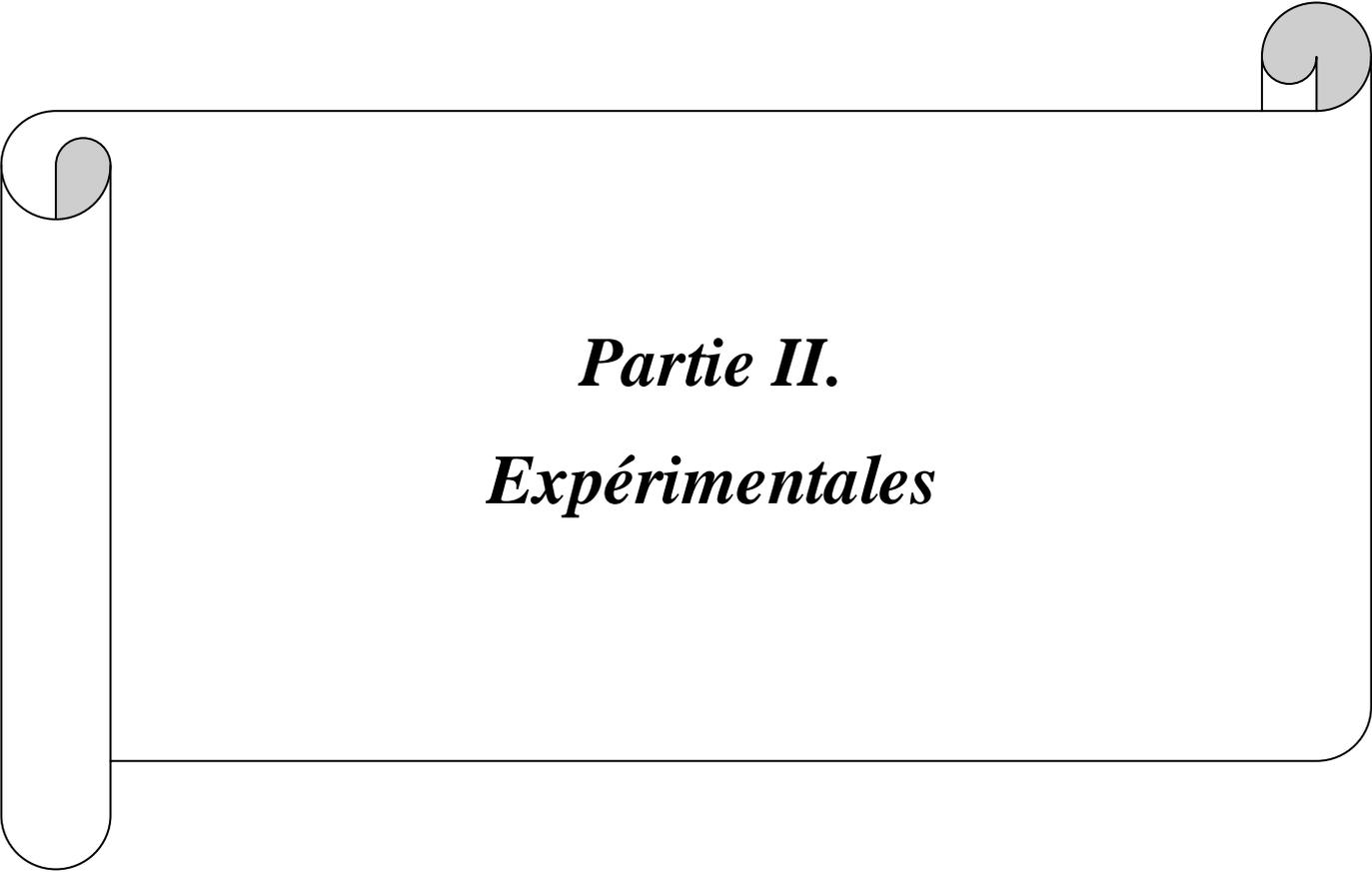
- **Acidité totale**

Le pétrole brut contient des acides carboxyliques. Ceux-ci sont dosés par neutralisation avec la potasse, le résultat de l'analyse est exprimé en mg de KOH Par gramme de brut, la présence des acides dans les bruts et les coupes pétrolières forment un problème pour le raffineur, elle forme des émulsions stable avec la soude caustique au cours de dessalage cela est reliev a une énorme corrosion

([https:// www.ISO .Org](https://www.ISO.Org) > **obp.Iso5661 :1983(fr), production pétroliers hydrocarbures liquide**).

- **Le pouvoir calorifique**

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) représente la quantité d'énergie dégagée par unité de masse du carburéacteur lors de la combustion. Cette grandeur revêt une importancePrimordiale pour le jet fuel car elle impacte directement le rayon d'action de l'aéronef. Ce pouvoir calorifique doit être supérieur à 42,8MJ/kg(**Jenland et Starck, 2008**).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and rounded corners on the top and right. The scroll is outlined in black and has a light gray shaded area on the left side.

Partie II.
Expérimentales

CHAPITRE I. Matériel et Méthodes

La partie expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire ‘contrôle de qualité des produits de la raffinerie du pétrole d’Alger’. Elle porte essentiellement sur l’étude de la possibilité d’utilisation du carburant JET A1 comme étalon chimique conformément à la norme ISO Guide 35 en suivant sa stabilité au fil du temps et dans différentes conditions.

Notons que les étalons sont fréquemment utilisés au niveau du laboratoire dans le cadre de vérification interne périodique ainsi que dans le suivi des performances des processus d’essai par des cartes de contrôle.

Un suivi régulier de l’évolution des paramètres a été réalisé durant 135 jours.

I. Présentation de kérosène JET A1

Le JET A1 est un carburant de type kérosène destiné aux avions à réaction. C’est un produit léger et se situe dans la coupe du raffinage entre l’essence et le gazole.

Quelques informations concernant le Kérosène JET A1 faisant l’objet de la présente étude (Tableau 9, figure 7).

Tableau 9. Fiche de données de sécurité JET A1- SONATRACH- section 03(annexe2).

Nom de produit	JET A1
Nom de laboratoire	Raffinerie d’Alger
Etat physique	Liquide
Couleur	Claire limpide
Odeur	Hydrocarbure
Point d’éclair ASTM 86\56	48 c°
Limite d’explosibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Seuil minimal : 0,7 Vol % • Seuil maximal : 5 Vol%
Point de congélation ASTM D2386	-51,2
Densité à 15 c° ASTM D1298\4052	0,790 g\cm ³
Solubilité dans l’eau	Insoluble dans l’eau



Figure 7. Une bouteille de JET A1 utilisé dans notre étude.

II.1. Historique de raffinerie

La Raffinerie d'Alger fut créée en décembre 1959 suite à la découverte de pétrole au sud algérien en septembre 1959, le chantier ouvert en janvier 1960, la création de ce complexe par sept actionnaires mondialement connus a été en décembre 1959.

Le démarrage de la raffinerie a eu lieu exactement le 19 février 1964 et le coût de construction est estimé à 210 millions dinars dont 170 millions par les installations.

La raffinerie d'Alger est le premier et important complexe construit en Algérie, elle répond aux impératifs suivants :

- Traiter le pétrole de HASSI MESSAOUD.
- Satisfaire la consommation croissante en carburant du marché national précédemment couvert par les importations.

La production de SONATRACH, dans cette raffinerie a connu une progression constante 10% en janvier 1968, 44% en janvier 1969, 80% en janvier 1970 et ,100% en janvier 1971. (La figure 8.).

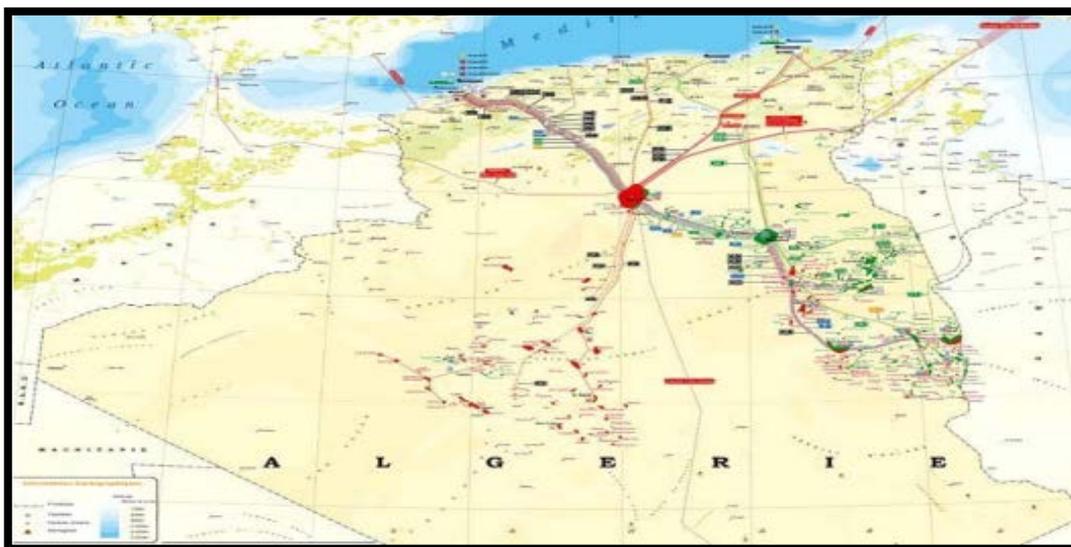


Figure 8. Carte géographique SONATRACH en Algérie.

2. Situation géographique

Occupant une surface de 180 Hectares, la raffinerie de pétrole d'Alger est située à 5 km au sud d'El-Harrach à Sidi-aracine, Baraki et à 20 km l'est d'Alger. Cet emplacement a été choisi après une étude des sols et la découverte d'une nappe d'eau pour l'alimentation des systèmes de refroidissement.

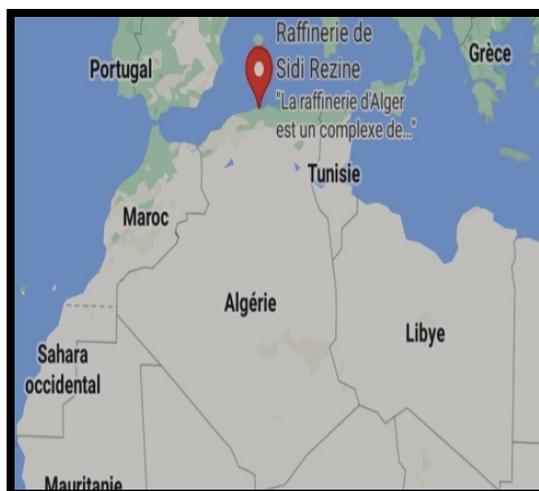


Figure 9. Situation géographique de la raffinerie d'Alger.

3. Produits de Raffinerie d'Alger

La raffinerie a une gamme variée de produits qui répondent aux normes nationales et internationales :

- Butane et propane commerciaux ;

- Naphta (30% essence SR+70% solvant total) ;
- Essences de qualité normale et super qualité
- Jet (Kérosène)
- Gaz
- Huiles
- Fuel lourd.

La capacité de production de la raffinerie d'Alger est de 2700 00 tonnes/an.

4. Principales installations de la Raffinerie d'Alger

_ La Raffinerie d'Alger est composée de plusieurs installations qui sont :

- Unité de distillation atmosphérique (U100)
- Unité de reforming catalytique (U200)
- Unité de séparation de gaz GPL (U300)
- Unité de mélange -Ethylation pour la fabrication des essences (normale et- super).
- Salle de contrôle.
- Centrale thermoélectrique
- Laboratoire
- Parc de stockage
- Maintenance

III. Méthodologie expérimentale selon l'ISO Guide 35

Le référentiel ISO Guide 35 a été utilisé pour la réalisation de notre expérimentale échelonné sur quatre points essentiels :

Etape 01 : définition (Etude de faisabilité)

Etape 02 : obtention du matériau

Etape 03 : emballage

Etape 04 : évaluation de l'homogénéité

Etape 05 : caractérisation

Etape 06. Évaluation de la stabilité

III.1. Etape 01 : définition (Etude de faisabilité)

Elle doit prendre en compte tout le nécessaire pour lancer l'expérimentation à savoir quantité globale, mode opératoire, norme d'analyse utilisée, conditionnement et endroit de stockage.

1.1. La quantité globale

Un calcul de la quantité globale a été réalisé en prenant en compte :

- ✓ La quantité nécessaire par essai
- ✓ Le nombre d'essai à réaliser
- ✓ Le planning d'analyse défini

Tableau 10. Résumant quantité nécessaire par test.

Test réalisé	ASTM D 3242	ASTMD 5453	ASTMD 86	IP 170	ASTMD 4052	ASTMD 2386	ASTMD 445
Volume nécessaire par essai (ml)	128	3	100	80	10	10	5

Tableau 11. Quantité globale pour réaliser l'étude.

Période	T0 caractérisation	Ti
Volume (ml)	1008 ml	13440 ml par Ti

D'après le tableau (Tableau 11) la quantité globale échantillonnée pour la totalité des essais est : $14448\text{mL} \approx 15\text{L}$

1.2. Calcul du nombre de bouteille

Un échantillonnage, conformément à la ASTM D4057, a été réalisé avec un conditionnement (bouteilles en verre de capacité 01L) permettant conserver l'intégrité du produit.

Deux (02) bouteille avec une capacité d'un litre pour chaque période d'essai (analyse chaque 15jour [les 120 jours], analyse chaque semaine [les 15 jours]).

1.3. Les Paramètre analysés

Sept paramètres physicochimiques ont été sélectionnés dont trois rentrants dans la portée d'accréditation du laboratoire (Tableau 12).

Tableau 12. Paramètre physicochimique analysée et normes utilisées.

Paramètres	Norme d'analyse
Acidité	ASTM D 3242
Teneur en soufre	ASTM D 5453
Distillation	ASTM D86
Point d'éclair	IP 170
Densité	ASTMD 4052
Point de congélation	ASTM D 2386
Viscosité	ASTMD 445

1.4. Les conditions de stockage

Deux conditions de stockage ont été retenues.

- à conditions ambiantes dans l'oléothèque (espace de stockage des échantillons témoins)
- dans une armoire réfrigérée à +5°C

1.5. Les paramètres d'analyse

➤ Acidité totale

• Le principe

L'acidité totale est la quantité de potasse (KOH) en milligrammes nécessaire pour neutraliser les constituants acides présents dans le kérosène.

• Réactifs

- Solution d'hydroxyde de potassium

Additionner 0.6g d'hydroxyde de potassium cristallisé dans un ballon à reflux contenant 1 litre d'alcool isopropylique. Faire chauffer le ballon pendant 10 à 15 minutes. Laisser refroidir à la température ambiante et ajouter 0.2g d'hydroxyde de baryum ensuite réchauffer pendant 5 à 10 minutes.

Laisser la solution au repos plusieurs jours puis filtrer et vérifier son titre.

• Normalité de la solution de KOH

La solution de KOH est normalisée par l'acide hydrogénéphthalate. Prendre un poids connu de l'acide préalablement séché à l'étuve à 105°C pendant deux heures et mettre dans un bêcher sec avec un peu d'eau distillée en présence de phénolphthaléine. Titrer par la solution de KOH.

$$\text{Normalité (KOH)} = [(V - V_0) \times M]$$

- V = Volume titré de KOH en ml.
- V_0 = Volume titré de KOH à blanc en ml.
- M = Masse moléculaire de l'acide Phtalate.

- Solvant

Les compositions de solvant est :

- Toluène500 ml.
- Alcool isopropylique495 ml.
- Eau distillée..... 5 ml.

- Indicateur Paranaphtol benzène

Peser 1 g d'indicateur et compléter jusqu'à 100ml avec le solvant.

• Appareillages

Figure 10. Appareil de mesure l'acidité.

• Mode opératoire

- Introduire 100g à 5g près de l'échantillon dans le vase de titrage , ajouter 100ml de solvant et 0.1 ml d'indicateur coloré , introduire un flux de 600ml/mn à 800 ml/mn de gaz d'azote par le tube de purge, laisser barboter en agitant occasionnellement durant trois minutes.
- Toute en maintenant le flux d'azote et aussitôt à une température inférieure à 30°C ajouter de la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) par petites Incrémentations et agiter pour bien mélanger jusqu'à l'obtention du point équivalent caractérisé par le passage à la coloration verte qui persiste 30 Secondes.
- Faire un blanc en utilisant 100 ml de solvant de titration et 0.1 ml d'indicateur Coloré en introduisant le même flux d'azote, titrer avec la solution d'hydroxyde de potassium jusqu'à l'obtention du point équivalent par le passage à la coloration verte qui persiste 30 secondes.

• Calcule et expression des résultats

Calculer l'acidité en milligrammes de KOH par gramme de solvant en utilisant la formule suivante :

$$\text{Acidité} = [(A-B) N \times 56,1] / W$$

- A = Volume de KOH utilisé pour titrer l'échantillon.
- B = Volume de KOH utilisé pour titrer le blanc.
- W = Masse de l'échantillon en g.
- N = Normalité de la solution de KOH.

➤ **Distillation :**

• **Principe**

Une prise d'essai de 100 ml est distillée dans les conditions prescrites appropriées à sa nature.

Les observations systématiques des volumes de condensât et des indications thermométriques sont mentionnées dans le procès-verbal d'essai et permette le calcul des résultats.

• **Appareillage**

L'appareillage nécessaire pour effectuer la distillation du produit (Figure 11.). Il comprend essentiellement :



Figure 11. Appareil de mesure la distillation.

- Un ballon de 125 ml.
- Un condenseur.
- Une enveloppe protectrice.
- Support de ballon.
- Plaque en verre.
- Source de chauffage.
- Eprouvette graduée.
- Thermomètre ASTM 7C, ASTM 8 C .

- **Mode opératoire**

- Mettre une prise d'essai de 100 ml dans le ballon de distillation.
- Le thermomètre convenant au produit à analyser est monté sur un bouchon de liège enfoncé dans le col du ballon.
- Placer le ballon sur la plaque en verre.
- L'éprouvette graduée qui a été utilisée pour mesurer la prise d'essai est placée sans être séchée à la sortie du tube condenseur.
- Prendre toutes les précautions pour que la température du bain entourant l'éprouvette graduée reste dans les limites figurant au tableau de la norme.
- Régler le chauffage afin que le temps s'écoulant entre le début du chauffage et l'obtention du point initial n'excède pas la limite prescrite par le tableau de la norme.
- Immédiatement après avoir observé le point initial, régler le chauffage afin que le volume de condensât recueilli dans l'éprouvette augmente de façon uniforme et dans les limites prescrites par le tableau de la norme.
- Entre le point initial et le point final noter les températures correspondantes aux volumes de condensât spécifiés pour l'essai ou noter les volumes de condensât correspondant à ces températures prescrites.
- Noter le point final. Arrêter le chauffage.
- Laisser le ballon refroidir et ajouter son contenu au condensât se trouvant dans l'éprouvette et noter à 0,5 ml le volume total du liquide recueilli dans l'éprouvette.

- **Point Initial**

Température notée au moment où la première goutte de condensât tombe de l'extrémité du tube condenseur.

- **Point final**

Température maximale notée au cours de l'essai, cette température est généralement observée après la vaporisation au fond du ballon de distillation de la dernière goutte du liquide.

- **Expression des résultats**

On note les températures en degré Celsius correspondant aux volumes évaporés spécifiés.

- **La viscosité cinématique**

- **Principe**

On mesure le temps mis par un volume déterminé de prise d'essai contenu dans le réservoir d'un viscosimètre en verre pour s'écouler par un capillaire sous une charge de liquide exactement reproductible et à une température exactement contrôlée.

- **Appareillage**

Viscosimètre (Figure 12.).



Figure 12. Appareil de mesure la viscosité (Viscosimètre).

- Viscosimètre du type « a capillaire ».
- Thermomètre ASTM.
- Bain thermostatique pour le refroidissement.
- Chronomètre.

- **Mode opératoire**

- Charger le viscosimètre avec le produit à analyser d'une manière appropriée à sa conception.
- Immerger le viscosimètre dans le bain et s'assurer qu'il est bien vertical.
- Mesuré en seconde le temps que met le ménisque pour passer de la première marque à la seconde.

- **Expression des résultats**

Viscosité cinématique exprimée en

$$CSK = C. t$$

Où :

- C : Constante du viscosimètre.
- t : Durée d'écoulement observée en seconde.

➤ **Point d'éclair ABEL**

• **Principe**

Une prise d'essai contenu dans le vase d'un appareil ABEL est chauffée lentement à une vitesse uniforme.

On dirige la flamme d'une veilleuse sur les vapeurs à des intervalles réguliers et on prend comme point d'éclair la plus faible température pour laquelle l'application de cette flamme provoque l'inflammation de la vapeur au-dessus de la prise d'essai.

• **Appareillages**

Appareil ABEL automatique (Figure 13.).



Figure 13. Appareil de mesure le point d'éclair (Abel).

• **Mode opératoire**

- Remplir la coupe avec la prise d'essai jusqu'au niveau indiqué.
- Placer la coupe dans l'enceinte du bloc chauffant, placer le couvercle sur la coupe.
- Donnez une température présumée du point d'éclair.
- Appuyer sur START pour commencer l'analyse.

• **Expression des résultats**

Le point d'éclair ABEL est la température en degré Celsius lu sur l'appareil.

➤ **Teneur en soufre**

• **Principe**

La présente norme décrit une méthode de dosage de soufre dans les produits pétroliers par combustion au environ de 1050°C au four induction et détection par fluorescence ultraviolette du dioxyde de soufre formé.

- **Réactif**

- Etalons de soufre
- Gaz : Oxygène
- Gaz : Argon

- **Mode opératoire**

L'appareil à soufre est lié à un logiciel comprenant trois modes essentiels dans l'analyse et qui sont : 'Méthode', 'Etalonnage' et 'Echantillon'.

- **Le mode Méthode**

La phase initiale de la mise en place d'une analyse consiste à fixer tout le paramètre analytique et de traitement de signal.

Les paramètres optimisés dans cette méthode sont :

- ✓ La température fixée à 1050°C
- ✓ Les débits des gaz :
 - Argon, vecteur.....120 – 160 ml/ min.
 - Oxygène, vecteur.....10 – 20 ml/min.
 - Oxygène, combustion.....450 – 500 ml/min.
- ✓ PMT, gain et sensibilité

Cette tension sert de base aux gammes envisagées, il suffit a priori de baisser la sensibilité pour les gammes les plus concentrées. Un ajustage avec le volume d'injection ou avec tension du PMT peut être envisagé.

Les tensions les plus élevées doivent être réservés aux gammes les plus bases concentration.

- **Le mode Etalonnage**

L'étalonnage se fait à partir de solution de références de concentration connues en soufre exprimé en ppm.

Dans la gamme envisagé de 100 – 1000 ppm, il faut commencer par injecter l'étalon le plus concentré, par exemple les 1000 ppm, le pic doit être environ au maximum de la plage dynamique 0 - 2 V. Il faut aussi vérifier que les 100 ppm. Donne un signal significativement différent du bruit de fond sinon, il faut augmenter la sensibilité ou le voltage sur le PMT, ensuite on trace la courbe d'étalonnage.

- Le mode Echantillon

Dans le mode échantillon, on fait passer l'échantillon sur la courbe d'étalonnage et ainsi la concentration en soufre en ppm et donnée par fluorescence UV.

➤ Point de congélation

• Principe

Le point de congélation est la température à laquelle les cristaux d'hydrocarbures apparaissent quand le carburant est refroidi dans les conditions normalisées.

• Appareillages

_ Appareil automatique (Figure 14.).



Figure 14. Appareil de mesure de point de congélation.

• Mode opératoire

C'est une méthode automatique.

- La première étape est le rinçage de l'appareil avec l'échantillon et sa récupération avant l'utilisation de l'appareil.
- La deuxième étape consiste à injecter 10 ml de Jet A-1 dans l'appareil.

- **Calcul et expression des résultats**

Le point de congélation est la température en degré Celsius lu sur l'appareil.

- **La densité (la masse volumique)**

- **Principe**

La masse volumique d'un liquide à une température donnée est égale au quotient de sa masse par son volume exprimé en g/cm^3 .

Pour les produits pétroliers elle est généralement donnée à 15°C .

- **Appareillages**

Densimètre automatique (Figure 15.).

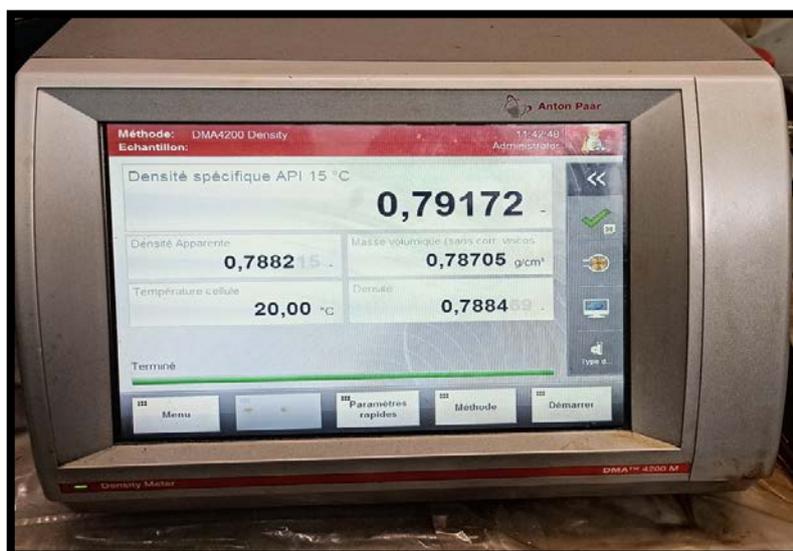


Figure 15. Appareil de mesure la densité (densimètre).

- **Mode opératoire**

- Mesurer la densité à 15°C dans un densimètre automatique, la procédure de la mesure de la densité des liquides est réalisée par un densimètre selon les étapes suivantes :
- Nettoyer le tube de densimètre avec du naphta.
- Actionner la pompe incorporée dans le densimètre pour chasser les traces du naphta dans le tube.
- Répéter la première opération autant de fois qu'il faudra, jusqu'au bon nettoyage du densimètre.

- Introduire un volume de 10 ml de l'échantillon liquide dans un tube d'oscillation à l'aide d'une seringue propre.

- **Expressions des résultats**

La valeur de la densité (la masse volumique) est affichée sur le densimètre après la stabilisation.

III.2. Etape 02. Obtention du matériau

Le matériau utilisé est le produit JET A1. il nous a été fourni par le département production dans des bidons de 20L.

III.3. Etape 03. Emballage

La quantité globale a été conditionnée au niveau du laboratoire dans des flacons en verre étiqueté d'une capacité d'un litre. Cette quantité permet de réaliser deux essais.

III.4. Etape 04. Évaluation de l'homogénéité

Selon l'échantillon utilisé cette étude peut être indispensable. L'homogénéité est un facteur déterminant.

Dans le cas échéant, le produit JET A1 est une coupe pétrolière issue du raffinage. Elle est homogène.

III.5. Etape 05. Caractérisation

L'étape de caractérisation du produit prélevé dans l'unité 100 du département production, est cruciale. Ça représente l'état de l'échantillon au temps T_0 .

Une analyse des sept paramètres est réalisée, à raison de trois essais par paramètre.

Des tests de cohérence sont, par la suite appliqués sur les données obtenues afin d'éviter d'exploiter des valeurs aberrantes qui risqueraient de fausser notre analyse des données.

III.6 Teste cohérence

Deux tests statistiques définis dans la norme ISO 5725-2 sont appliqués :

- Test numériques de Cochran.
- Et tests numériques de Grubbs.

➤ **Test numérique de Cochran :**

Le test de Cochran est utilisé pour évaluer l'homogénéité de la variance de tous les jours. Le test statistique C est calculé en utilisant la formule suivante :

$$C = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{i=1}^p S_i^2}$$

Avec :

S_{\max} : L'écart type le plus élevé de l'ensemble

S_i : L'écart type par jour i

Ce test compare la statistique de Cochran C calculé à partir des variances des résultats expérimentaux à une valeur critique donnée par la table de Cochran (table 4, ISO5725-2) qui est choisie en fonction du nombre de jours et du nombre d'essais réalisés dans chaque jour.

Si la statistique de Cochran C est supérieure à sa valeur critique à 1 %, l'écart-type est appelé valeur aberrante.

Et si la statistique de Cochran C est inférieure à sa valeur critique à 1 %, l'écart-type est appelé valeur correcte. Donc dans ce cas on peut conclure que toutes les variances répondent au test de Cochran.

➤ Test numérique de Grubbs

Ce test est applicable aux moyennes obtenues lors des différents jours

➤ Test simple de Grubbs :

- Les moyennes par jour sont classées par ordre de valeurs croissantes.
- Pour déterminer si la plus grande moyenne est une valeur aberrante, on calcule la statistique :

$$G_p = \frac{(\max(\bar{y}_i) - \bar{\bar{y}})}{S}$$

Où :

$$S = \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2}$$

Pour déterminer si la plus petite moyenne est une valeur aberrante, on calcule la statistique :

$$G_1 = \frac{(\bar{y} - \min(\bar{y}_i))}{S}$$

Les deux statistiques du test sont inférieures à ses valeurs critiques à 1 % (table 5, ISO5725-2), les moyennes sont appelées valeurs correctes.

- Après avoir déduit les résultats de teste précédent, nous calculons les limites comme suit :

Limite inférieure = valeur moyenne – tolérance

Limite supérieure = valeur moyenne + tolérance

III.7 Etape 06. Évaluation de la stabilité

La durée totale de notre expérimentation est de 135 jours.

Lors de cette étude, les échantillons sont stockés et retirés conformément au planning de retrait établi.

- La phase I : pendant les 120 jours, les analyses sont réalisées périodiquement à raison « 01 fois/ 15 jours ».
- La phase II : pendant les derniers 15 jours, les analyses sont réalisées périodiquement à raison « 1 fois / semaine »

CHAPITRE II. Résultats et Discussion

I. Etude de la caractérisation

Les résultats de la caractérisation du carburant JET A1 obtenus sont regroupés dans le (tableau 13.).

Tableau 13. Quelques propriétés du JET A1 caractérisé dans la présente étude.

Paramètres		Moyenne	Ecarte type
Acidité total mg KOH/g		0,0125	5,7735E-05
Soufre, ppm		28,55	0,05
Distillation	10%	175,83	0,58594653
	50%	198,26	0,57735027
	90% °C	225,43	0,46188022
	Point final °C	238,36	0,98657657
Point d'éclair, °C		45,40	0,26457513
Densité à 15 °C, kg/m ³		0,7917	0
Point de congélation, °C		-51,1	0
Viscosité à -20°C, m ² /s		4,06	0,03

Détermination de l'intervalle de tolérance

Afin de déterminer la variation tolérée pour chaque paramètre analysé, les limites inférieures et supérieures ont été déterminées en se basant sur le calcul de la « tolérance ».

- Calcul des tolérances

L'intervalle de tolérance est calculé sur la base de données trouvés dans les normes d'analyse conformément à la norme ISO 5725.

Pour chaque paramètre, la tolérance est calculée à partir de la reproductibilité selon la formule suivante :

Tolérance= $R/\sqrt{2}$; où R est reproductibilité.

La valeur de la reproductibilité, définie dans le texte des normes au chapitre dédié au biais, est prise en compte. Les lois pour calculer la reproductibilité de chaque paramètre sont :

- **Pour l'acidité :**

$$R_a = 0,0406\sqrt{\text{Moyenne}}$$

- **Pour la teneur en soufre :**

$$R_s = 0,5797.\text{Moyenne}^{0,75}$$

- **Pour la distillation :**

- Cas de distillation de 10% et 50%

$$R_{D,10,50} = 1,9 + 2,8.(0,43.Sc + 0,24)$$

- Cas de distillation de 90%

$$R_{D,90} = 1,9 + 2,8.(0,43.Sc + 0,24)$$

- Cas de distillation de point final

$$R_{D,90} = 1,9 + 2,8.(0,43.Sc + 0,24)$$

- **Pour la viscosité :**

$$R_v = 0,007608 * \text{Moyenne}$$

- **Pour point d'éclair**

$$R_p = 3,2$$

- **Pour densité**

$$R_d = 0,00052$$

- **Pour point de congélation**

$$R_{PC} = 2,5$$

Où :

$$Sc = (TU - TL) / (VU - VL) = 0.781$$

Avec :

- **Sc** : la pente
- **TU** : Température plus élevée
- **TL** : température la plus basse
- **VU** : volume plus élevé
- **VL** : volume plus bas

Les valeurs trouvées sont présentées dans (le tableau 14.).

Tableau 14. Résultats de l'évaluation de la reproductibilité et la tolérance des différents paramètres analysés pour le JET A1.

Paramètre	Reproductibilité (R)	Tolérance (R/√2)
Acidité total, mg KOH/g	0,0045	0,0032
La teneur en soufre, ppm	7,1599	5,0628
Distillation de 10% °C	3,51	2,5
Distillation de 50% °C	3,51	2,5
Distillation de 90% °C	4,41	3,11
Distillation de Pf °C	7,1	5,02
Point d'éclair, °C	3.2	2,26
Densité, Kg/cm ³	0,0052	0,00037
Point de congélation, °C	2,5	1,7
Viscosité, m ² /s	0,030	0,021

Le tableau 15. Regroupe les limites maximales et minimales tolérés par la variation de chaque paramètre.

Paramètre	Limite inférieure	Limite supérieure
Acidité total mg KOH/g	0,0093	0,0157
La teneur en Soufre ppm	23,4872	33,6128
Distillation 10% °C	173,3333	178,3333
Distillation 50% °C	195,7666	200,7666
Distillation 90% °C	222,3233	228,5433
Distillation pf °C	233,3466	243,3866
Point d'éclair °C	43,8066	48,3266
Densité Kg /cm ³	0,7913	0,7920
Point de Congélation °C	-52,8	-49,4
Viscosité m ² /s	4,039	4,081

II. Etude de la stabilité du JET A1

A l'issue de chaque retrait, les échantillons sont analysés et les données récoltées durant l'étude de stabilité sont reportées dans les tableaux 16 et 17.

Tableau 16. Suivi de la stabilité du JET A1 pendant la période de stockage à 25°C.

Jours		Acidité	Teneur en soufre	Distillation de 10%	Distillation de 50%	Distillation de 90%	Distillation de Pf	Point d'éclair	Densité	Point de congélation	Viscosité
1	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Moy	0,0125	28,55	175,83	198,26	225,43	238,36	45,40	0,7917	-51,1	4,06
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7916	-50,6	4,053
	Res	0,0146	28	177	199	227	243	45	-		
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0143	28,5	176,7	199,4	228,3	241,1	45,3	0,7916	-51,5	4,05
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.		+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0126	28	176,3	198,4	227,5	241,3	46,7	0,7917	-51,2	4,043
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0142	92,1	177,8	199,1	226,3	241,6	45	0,7917	-51	4,04
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
75	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0129	30	176,7	198,3	224,3	238,6	45,6	0,7918	-51,3	4,073
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
90	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0121	28,5	177,9	199,1	227,6	239,8	46,1	0,7920	-51,3	4,06
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039

	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
105	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0125	28,3	176,3	197,8	224,6	240,1	44,9	0,7918	-51,5	4,04
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
115	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0126	29,2	175,6	196,8	221,3	238,1	44,6	0,7917	-51,5	4,07
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
120	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0122	30,2	177,3	198,6	226,5	241,8	44,6	0,7916	-51,4	4,073
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
135	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0133	30	178,2	199,4	226,6	239,1	45,1	0,7918		4,08
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tableau 17. Suivi de la stabilité du JET A1 pendant la période de stockage à +5°C.

Jours		Acidité	Teneur en soufre	Distillation de 10%	Distillation de 50%	Distillation de 90%	Distillation de Pf	Point d'éclair	Densité	Point de congélation	Viscosité
1	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0125	28,55	175,83	198,26	225,43	238,36	45,40	0,7917	-51,1	4,06
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0135	29	176	199,3	224,8	237,9	46	0,7916	-51	4,042
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0150	30	177,1	198,6	225,3	239,8	45,7	0,7916	-51,2	4,062
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0126	29,8	177,5	198,1	225,1	239,7	45,4	0,7917	-51	4,055
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0142	30,2	174,7	197,9	224,5	240	45,5	0,7917	-51	4,040
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
75	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0128	30	176,2	197,9	223,7	241,1	44,1	0,7917	-51,1	4,048
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
90	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0123	29,3	174,2	198,3	225,3	238,78	46,1	0,0920	-51,1	4,039
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039

	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
105	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0121	29,4	177,3	198,3	225,3	238,8	45,9	0,7917	-51,2	4,062
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
115	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0126	28,8	176,7	198,1	224,4	238,8	44,6	0,7917	-51,2	4,054
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
120	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0119	29,5	176,1	197,8	224,7	239,9	45,4	0,7918	-51,3	4,075
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
135	L. sup	0,0157	33,6128	178,3333	200,7666	228,5433	243,3866	48,3266	0,7920	-48,4	4,081
	Res	0,0112	32	177,9	199,2	225,6	240,6	44,6	0,7917	-51,2	4,063
	L. inf.	0,0093	23,4872	173,3333	195,7666	222,3233	233,3466	43,8066	0,7913	-53,8	4,039
	Conf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Avec :

Res : Résulta

Moy : Moyenne

Conf. : Conforme

L. sup : Limite supérieure

L. inf. : Limite inférieure

Comme indiqué dans les tableaux 16 et 17 et quel que soit la température de stockage, les paramètres analysés sont sans changement significatif durant la période d'étude : nous regardons, pour tous les paramètres que les valeurs trouvées ne sortent jamais des limites de tolérances ; les faibles changements dans les paramètres observés lors du stockage du produit sont, de ce fait, tolérables et avèrent ainsi leur stabilité.

Basé sur ces données, il est évident que le stockage du JET A1 à 25 et à 5°C ne provoque aucun changement significatif au sein des propriétés physicochimiques du carburant et que le JET A1 maintient sa stabilité au moins à courte terme. Ceci lui permet de se qualifier comme matériaux de référence de multitude paramètres et que sera en tout évidence utilisé pour la vérification et l'étalonnage des appareils et systèmes de mesure.

Nous jugeons utile des rappeler de l'importance de chacun des paramètres analysés.

L'acidité totale exprime la quantité d'acides contenus dans le carburant dont l'évaluation expérimentale s'effectue par titrage acido-basique de la matière. La présence d'acides en quantité dépassant la norme peut entraîner des problèmes de corrosion dans les pipes ou les réservoirs de stockage.

La teneur en soufre dans l'huile augmente avec l'augmentation de la fraction faible à la fraction élevée. D'après la teneur en soufre de l'huile légère, on peut voir si le soufre s'est décomposé pendant le traitement. L'existence de soufre dans les produits pétroliers peut nuire à l'équipement, affecter la qualité des produits pétroliers et causer la pollution. La détermination de la teneur en soufre des produits pétroliers peut être efficace pour améliorer les installations de désulfuration. Les sulfures inactifs présents dans certaines huiles lubrifiantes peuvent parfois améliorer les performances des huiles lubrifiantes. Par exemple, l'huile pour engrenages hyperbolique devrait contrôler la teneur en soufre à au moins 1,5.

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 et de déterminer quelques caractéristiques des produits pétroliers (composition, résidu, les pertes, volume condensé, volume évaporé, récupération totale).

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 et les pertes accidentelles en produits légers lors de la manipulation

(remplissage ou vidange des citernes et des bacs par exemple), notamment ce qui concerne les conditions de transport, de stockage et de sécurité.

La densité est importante pour des besoins économiques, elle nous permet de contrôler la contamination de l'échantillon avec les fractions légères ou lourdes.

Vu l'utilisation du JETA1 comme carburéacteur d'aviation à haute altitude, la mesure de sa température de congélation est utile pour éviter le bouchage du turboréacteur.

La connaissance de la viscosité des kérosènes permet de déterminer le débit des fluides à travers les pipelines et les tubes des échangeurs et donc leur dimensionnement, de prévoir leurs qualités de pompabilité, de définir le type d'écoulement dans les canalisations et d'évaluer la vitesse d'écoulement du produit.



Conclusion générale

Conclusion générale

A l'issu de ce travail, on peut conclure que :

L'étude de la caractérisation du JET A1 a révélé que les paramètres déterminés étaient conformes aux normes prescrites par l'organisme AFQRJOS issue 32. En effet, notre matériau de référence est caractérisé par :

- Une acidité totale de **0,015 mg KOH/g**
- Une tenure en soufre **de 0,3 ppm**
- Un point d'éclair de **38 °C**
- Une Densité **0.775 Kg/m³**
- Un Point de congélation **-47°C**
- Viscosité **8 m²/s**

L'étude de la stabilité du matériau a mis en évidence l'intégrité de l'échantillon durant la période d'étude, selon les analyses statistiques.

- La comparaison entre les résultats obtenus lors du stockage à la température 25°C (ambiante) et celle à + 5°C, nous permet de constater qu'il n'y a pas d'impact sur l'échantillon pour cette durée quelle que soit la température de stockage. Par conséquent, le stockage à la température ambiante est souhaitable.

Fondée sur son homogénéité et sa stabilité, la présente investigation a mis en exergue la possibilité de l'emploi du JET A1 comme matériau de référence multi paramétrique capable de s'utiliser dans la vérification et l'étalonnage des appareils et systèmes de mesure, et ce au moins dans les conditions d'expérience, ce qui nous permet, par conséquent de mettre en disposition localement ce produit nécessaire et résoudre différents problèmes tels que :

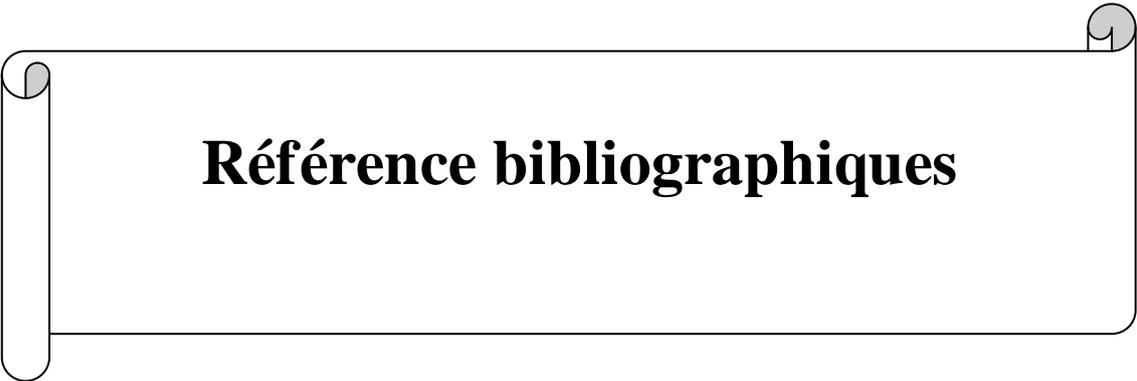
- Problèmes de réapprovisionnement,
- Problème de l'insuffisance de la quantité nécessaire ainsi que la durée de validité,
- Le coût de la procédure d'achat (prix des étalons, montant des frais d'approche, les autorisations d'importation,...etc).

A la fin de notre conclusion, il est opportun de faire quelques recommandations pour les travaux futurs à savoir:

- Elargir la durée de l'étude de stabilité du JET A1 au maximum possible,
- Augmenter le nombre de paramètres d'étude,

Conclusion générale

- Etudier la possibilité d'utilisation d'autres produits du raffinage pétrolier, autre que le JET A1, comme matériaux de référence.



Référence bibliographiques

Références bibliographiques

- 1-**Azroug, O.et El ouail, A. (2019).**Simulation des effets de la combustion du kérosène.Université Abdel Hamid Ben Badis – Mostaganem.
- 2-**Ariche,C.(2018).**Etalonnage et vérification des instruments de mesures dimensionnels :Application aux pieds à coulisse. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- 3- **Amairic, L.colombano, S. Hube, D. Honrado, J.Gverin, V. Gassiat, B. Lessing, M. Victoire, E.Widory, D. Zoring, C.(2014).**Nature des produits pétroliers et origine du vieillissement : tentative de l'identification de la source via la Price en compte des impacts et l'analyse de l'âge approximatif des déversements Rapport.163p.
- 4- **Baranger, Ph. (2004).**Détection du kérosène par imagerie de fluorescence induite par laser, pour application sur foyer aéronautique. Université Paris Sud, Paris XI.
- 5- **Bouhank, A.et Rouaiguia, M. (2021).**Suivi de la production et de la qualité ainsi que le traitement du JET A-1 au niveau de RA1K.Université 8 Mai 1945 Guelma.
- 6-**Bousbi, S.et Ousna, M. (2020).**Suivi de la qualité de traitement du Kérosène en JET-A1 au niveau de l'unité Topping.Université Ahmed Draia Adrar.
- 7- **Bothorel, L.et Champion, R. (2013).**Mise en place d'un laboratoire de production de matériaux de référence certifiés.
- 8- **Chitour, C. (1983).**les propriétés physiques des hydrocarbures des fractions pétrolières.Édition de l'office des publications universitaire.
- 9- **Claude Guibet, J. (2011).**carburants liquides - caractéristiques et principes généraux.
- 10- **DERDAR, H. (2014).**Suivi de traitement de pétrole brut par analyse chimique. Université ABDELHAMID IBN BADIS Mostaganame.
- 11-**Dukek, W.(1992).** Aviation and Other Gas Turbine Fuels. *Wiley-VCH Verlag, coll* « Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology ».

Références bibliographiques

12- **Favennec, J P. (1998).**Raffinage du pétrole. Le Tome 5 Exploitation et gestion de la raffinerie, institut français du pétrole, Editions technip, paris.

13- **Jeuland, X.Starck, L. (2008).**Montagne, Aéronautique et carburants alternatifs.France.

14-**Hebbache, A M. (2017).**Rapport De Stage, Naftal.

15-**Groleau, P E.Gruyer, N. (2015).**Hydrocarbures pétroliers : caractéristiques, Devenir et criminalistique environnementale, Etude GENV22 et GENV23, Evaluation environnementale stratégique globale sur les hydrocarbures, Centre d'expertise en analyse environnementale de Québec.41 p. et annexes.

16- **Gauthier, M N. Lam, K R. Smith, A. (2012).**Kerosene: a review of household uses and hazards in low-and middle-income countries.Nih public access Author manuscript, California.

17-**Guerrame, A B. (2013).**Cour De Raffinage 2.Université D'eI-Oued.

18- **Laxalde, J. (2012).**Analyse des produits lourds du pétrole par spectroscopie infrarouge, thèse de doctorat.Université de LILIE-SCIENCE ET TECHNOLOGIE.

19- **Labsi, N. (2003).**Etude de l'encrassement des échangeurs de chaleur du circuit préchauffe de la raffinerie d'Alger, Energétique des procédés.Université des sciences et la technologie Houari Boumediene.

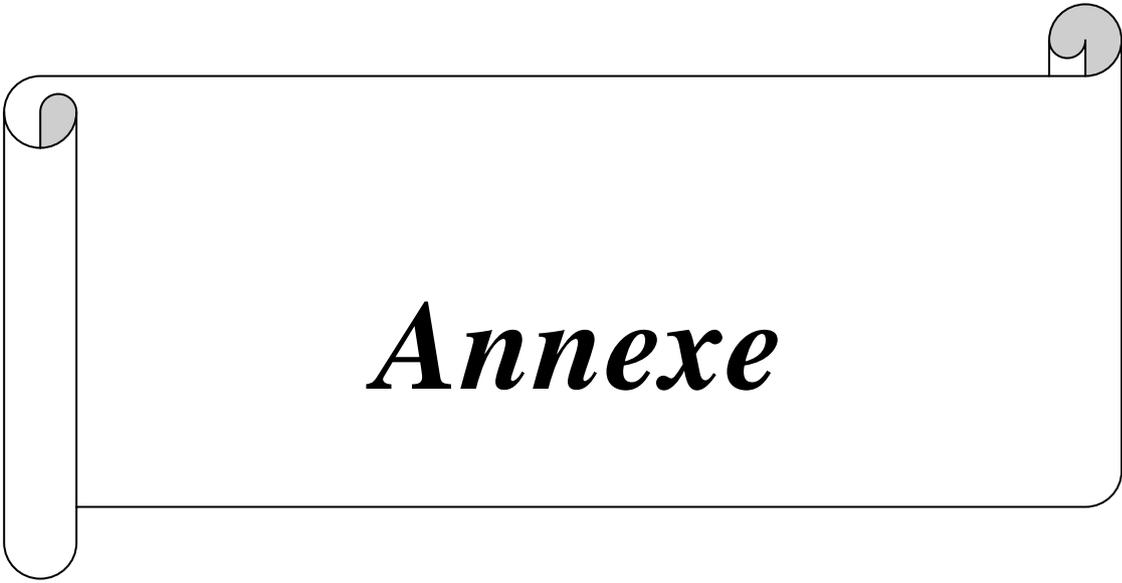
20- **Razanabony, A. (2019).**Application du contrôle qualité sur les produits pétroliers liquides : Cas de la logistique pétrolière S.A.Université d'Antananarivo école supérieur polytechnique.

21- **Speight, J G. (2002).**Handbook of Petroleum Product Analysis. A JOHN WILEY & SONS, INC, Canada.

22-**Wauquier, J P. (1994).**Le raffinage de pétrole, le pétrole brut, Produit pétroliers schéma de fabrication. Institut français du pétrole TOME1, France, technip-paris. p1_13.

Références bibliographiques

- <https://www.shell.com/business-customers/aviation/aviation-fuel/civil-jet-fuel-grades.html>
- <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp121.pdf>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Carburant_aviation
- <http://www.metrodiff.org>
- <https://algeriac.dz/presentation-algeriac>
- Guide ISO 35, Matériaux de référence, organisation internationale de normalisation (ISO), Genève, 2015, pp.33.



Annexe

Annexe 1. Le carburéacteur (kérosène) est contrôlé en conformité avec AFQRJOS issue 32.

CAR ACT2RISTIQUES		LIMITES	METHODE D'ESSAI	NORMES ALGERIENNES
Densité a 15 °C (Kg/ L)		0.775-0.840	ASTM D1298	NA 417
Aspect		Visuel	Visuelle	
Couleur			ASTM D 156	
Particules contaminants (mg/L)		1 Max	ASTM D5452	
Comptage des particules ≥4µm; ≥6µm ; ≥14µm ; ≥21µm ; ≥25µm; ≥30µm ISO-classes		REPORT	IP 565	
Point d'éclair Abel (°C)		38 min	IP 170	
Point de congélation (°c)		-47 max	ASTM D2386	NA 1659
Point de fume (mm)		25 min	IP 598	
Acidité totale (mgKoh/g)		0.015max	ASTM D3242	NA 2807
Teneur en soufre(% pds)		0.3 max	ASTM D5453	
Doctor test		Négatif	ASTM D 4952	
soufre Mercroptan (% pds)		0.003 max	ASTM D3227	
Ester méthylique d'acide gras EMAG (mg/kg)		50 max	ASTM D7797	
Viscosité a -20°C (cSt)		8.0 max	ASTM D445	NA 1445
Réaction a l'eau cotation interface		1b max	ASTM 1094	
Corrosion lame cuivre			ASTM D130	NA 566
Stabilité thermique (GFTOT) • ΔP du filtre (mm Hg) • Cotation tube • Température de contrôle		25 max < 3max 260°C min	ASTM D3241	NA 2655
Conductivité (PS/M)		50 min / 600 max	ASTM D2624	NA 11019
KSEP		70 min	ASTM D3948	
Gommes actuelles(mg/ 100 ml)		7 max	ASTM D381	NA 2654
Teneur en aromatiques (%vol)		25 max	ASTM D 5443	
Teneur en Oléfines (%vol)		5 max	ASTM D1319	
Pouvoir calorifique (MJ/KG)		42.8 min	ASTM D4529	NA 2802
Distillation	Point initial 10%	205max	ASTM D86	
	20%			
	50%			
	90%			
	Point final			
Distillation % vol				
Résidu%	1.5 max			
Pertes%	1.5 max			

Annexe 2. Fiche des données de sécurité JET A1- SONOTRACH.

	ACTIVITE COMMERCIALISATION	JET A1
	FICHE DE DONNEE DE SECURITE (Version 0)	

1. IDENTIFICATION DU PRODUIT, ENTREPRISE OU LABORATOIRE D'ANALYSE

- ☞ Nom du produit : Jet A1
- ☞ Utilisation du produit : carburant pour aviation
- ☞ Nom du laboratoire : Raffinerie de RA1K de SKIKDA
- ☞ Producteur/fournisseur : Sonotrach/ Activité Commercialisation
Boulevard des eaux bassins, Draria, Alger, Algérie 16000
N° Fax : 021/94-87-05/94-76-11

2. COMPOSITION/INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

NB : Voir section 15 pour le texte intégral des phrases de la classification mentionnées ci-dessus

3. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

- ☞ Etat physique : Liquide
- ☞ Couleur : Claire limpide
- ☞ Odeur : Hydrocarbure.
- ☞ Point d'éclair ASTM D 86/ 56 : 48°C
- ☞ Point de congélation ASTM D 2386 : -55.2°C
- ☞ Limites d'explosibilité :
 - Seuil minimal : 0.7 Vol %
 - Seuil maximal : 5 Vol %
- ☞ Densité à 15°C ASTM D 1298/4052 : 0.790 g/cm2
- ☞ Solubilité dans l'eau : Insoluble dans l'eau

4. STABILITE DU PRODUIT ET REACTIVITE

- ☞ Stabilité : Stable à une température ambiante.
Conditions à éviter : Éliminer toutes les sources possibles d'inflammation (étincelles ou flammes). Tenir à l'écart des sources de chaleur excessive.
- ☞ Incompatibilité avec différentes substances : Réactif avec agents comburants.
- ☞ Produits de décomposition dangereux : Oxyde de carbone (CO, CO2) et autres substances dangereuses.