



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
La République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
جامعة محمد السادس بن باديس - مستغانم
Université Abdel Hamid Ben Badis – Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M2/IP/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Industries Pétrochimiques

THEME:

Etude spectroscopique De La Différence Dans la Structure Chimique
Entre Deux Types D'essences Issus De Deux Procèdes De Fabrication.

Présenté par :

OULED CHAREF Hichem

Soutenu le 09/07/ 2020 devant le jury composé de :

Présidente	: N.DOUARA	MCB	U - Mostaganem
Examinatrice	: Z.MEKIBES	MAA	U - Mostaganem
Encadreuse	: N.MOUSSA	MAA	U - Mostaganem

Année Universitaire : 2019 / 2020

Sommaire

Remerciement	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des tableaux	IV
Liste des figures	V
Liste des abréviations	VI
Introduction générale.....	01

Chapitre I: Généralités sur l'essence

I.1. Introduction	03
I.2. Définition	03
I.3. Paramètres et caractéristiques	04
I.3.1. Indice d'octane	04
I.3.2. La densité	04
I.3.3. Tension de la Vapeur soufre	04
I.3.4. Teneur en soufre	04
I.3.5. Pression de vapeur	05
I.4. Différents procédés d'obtention de l'essence	05
I.4.1. Procédé d'hydrodésulfuration	05
I.4.2. Procédé de reformage catalytique	06
I.4.3. Procédé d'isomérisation	07

Chapitre II : Spectroscopie Infrarouge A Transformée De Fourier.

II.1. Introduction.....	08
II.2. Définition	08
II.3. les régions du spectre infrarouge	08
II.3.1. L'infrarouge lointain	08
II.3.2. L'infrarouge moyen	09
II.3.3. Le proche infrarouge	09
II.4. les modes de vibrations	09
II.4.1. Elongation ou Etirement.....	10
II.4.1.1. Etirement symétrique	10
II.4.1.2. Étirement asymétrique	10
II.4.2 : Déformation angulaire.....	10
II.4.2.1. Cisaillement.....	10
II.4.2.2. Torsion.....	10
II.5. la spectroscopie infrarouge classique.....	10
II.6. la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.....	11

Chapitre III : Partie Expérimentale.

III.1.Introduction.....	13
III.2. Méthode d'obtention des spectres des échantillons.....	13
III.3. But de travail.....	15
III.4. Interprétation des spectres.....	15
III.4.1. Interprétation du spectre d'essence 1	15
III.4.2. Interprétation du spectre d'essence 2.....	17
III.5. Comparaison des deux spectres.....	19
Conclusion générale.....	21
Références bibliographiques.....	VII

Remerciement

- *Tout d'abord, je tiens à remercier **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné la force, le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.*

- *Je tiens à remercier chaleureusement les jurys, la présidente Mme. DOUARA Nadia & l'examinatrice Mme. MEKIBBES Zohra pour l'honneur qu'ils me font d'avoir acceptés de juger mon modeste travail.*

- *Je tiens également remercier madame MOUSSA Nawel mon encadreur, de m'avoir encadré et orienté afin de réaliser ce travail.*

- *Toutes les personnes qui ont contribué à ma formation soient remerciées pour tous les efforts qu'ils ont fournis.*

- *Enfin, je suis particulièrement reconnaissante à mes parents, mes frères, mes sœurs, et tous mes collègues qui ont ménagé des efforts pour me soutenir.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, à mes très chers frères, à mes très chères sœurs pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements.

Aux étudiants de la promotion 2ème année Master physique 2018/2019 et à tous mes amis sans exception.

Résumé

L'essence a longtemps été la partie la mieux valorisée du pétrole. Il est obtenu par différents procédés industriels. La matière première qui est le pétrole brute, passe par une série d'opérations de traitement tel que l'élimination des impuretés et la distillation. Afin d'améliorer sa qualité, les coupes légères issues de la distillation sont envoyées vers des procédés chimiques comme les procédé d'hydrodésulfuration, le procédé de reformage catalytique et le procédé d'isomérisation.

Dans ce travail, nous étudions la composition chimique de deux types d'essence obtenus par deux différents procédés (le reformage catalytique et l'isomérisation) afin d'extraire les groupements fonctionnels développés dans chaque type.

Mots clés: *Essence ; Carburant ; Reforming catalytique ; Isomérisation ; FTIR.*

ملخص

لطالما كان البنزين هو الجزء الأكثر قيمة في النفط. يتم الحصول عليه من خلال العمليات الصناعية المختلفة. تمر المادة الخام ، وهي النفط الخام ، بسلسلة من عمليات المعالجة مثل إزالة الشوائب والتقطير. من أجل تحسين جودتها ، يتم إرسال الأقسام الخفيفة من التقطير إلى العمليات الكيميائية مثل عملية نزع الكبريت بالهيدروجين ، وعملية الإصلاح الحفزي وعملية الأزمنة.

في هذا العمل ، قمنا بدراسة التركيب الكيميائي لنوعين من البنزين تم الحصول عليهما من خلال عمليتين مختلفتين (إعادة التكوين التحفيزي والأزمنة) من أجل استخراج المجموعات الوظيفية المطورة في كل نوع.

الكلمات المفتاحية: بنزين؛ وقود؛ إعادة التكوين التحفيزي؛ الأزمنة.

Summary

Gasoline has long time been the most valuable part of oil. It is obtained by different industrial processes. The raw material, which is crude oil, goes through a series of processing operations such as impurity removal and distillation. In order to improve its quality, the light cuts resulting from the distillation are sent to chemical processes such as the hydrodesulfurization process, the catalytic reforming process and the isomerization process.

In this work, we study the chemical composition of two types of gasoline obtained by two different processes (catalytic reforming and isomerization) in order to extract the functional groups developed in each type.

Keywords: *Gasoline; Fuel ; Catalytic reforming; Isomerization; FTIR.*

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
III.1	Bandes de transmission FT-IR d'essence 1	16
III.2	Bandes de transmission FT-IR d'essence 2	17

Listes des figures

Figure	Titre	Page
I.1	Procédé d'hydrodésulfuration	6
I.2	Procédé de reformage catalytique	6
I.3	Procédé d'isomérisation	7
II.1	Les régions du spectre électromagnétique	9
II.2	Schéma de fonctionnement d'un spectromètre infrarouge classique	11
III.1	Appareil Shimatzu de FTIR	14
III.2	Appareil Shimatzu de FTIR	14
III.3	Spectre avant et après traitement	15
III.4	FT-IR de l'essence 1	15
III.5	FT-IR de l'essence 2	17

Listes d'abréviation

Abréviation	Expression complète
%	Pourcentage
TVR	Tension de la Vapeur Ried
T	La température en °C
IR	La spectroscopie infrarouge
MIR	La spectroscopie moyen infrarouge
IRTF ou FTIR	La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

INTRODUCTION GENERALE

L'utilisation de pétrole brut est large et variée. Il est constitué d'hydrocarbures ; toutes fois le pétrole brut ne peut être utilisé directement comme combustible. L'essentiel de ce pétrole est raffiné, transformé en plusieurs coupes pétrolières telles que les gasoils et les coupes naphtas d'où dérivent les essences automobiles.

Les carburants sont des produits issus du raffinage du pétrole. Ils sont souvent liquides et rarement gazeux dont la combustion en présence d'un comburant tel que l'air, fournit de l'énergie mécanique permettant le fonctionnement des moteurs [1].

Le programme de réhabilitation des raffineries en vue de la modernisation et l'adaptation de leurs installations et produits, aux normes internationales et l'augmentation de la capacité de production de l'essence, constitue l'une des priorités du secteur pour satisfaire la demande du marché.

Les industries pétrolières n'ont pas cessé d'améliorer la qualité des essences depuis l'apparition de l'automobile sur le marché. Les raffineurs ont travaillé de façon ardue et persévérante dans le but de satisfaire la demande croissante du marché en carburant de bonne qualité et quantité importante et répondre aux exigences des normes internationales tout en minimisant les effets nuisibles sur la faune, la flore et la santé humaine [3].

La raffinerie d'ARZEW a aussi adoptée cette démarche par l'installation d'un nouveau procédé de traitement des coupes légères pour l'obtention des essences à haute indice d'octane et de haute qualité. De plus le procédé de reforming catalytique, un procédé d'isomérisation est installé au niveau de l'unité de fabrication des hydrocarbures.

Ce travail qui est un travail de fin d'étude consiste à évaluer le développement de la structure chimiques des produits issus de chaque procédé par l'étude par la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier des groupements fonctionnels dans deux types d'essence.

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur deux parties principales : une partie théorique et une partie expérimentale.

La première partie est consacrée à l'étude bibliographique, elle contient deux chapitres. Dans le premier chapitre nous mettons l'accent sur les fondements de l'essence et dans le second nous présentons des informations théoriques sur la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.

La deuxième partie est présentée dans le chapitre III, elle est relative à l'étude expérimentale des spectres des échantillons d'essence issus de différents procédés de fabrication des hydrocarbures.

En fin, une conclusion générale.

Chapitre I

**GÉNÉRALITÉS SUR
L'ESSENCE**

I.1. Introduction

L'essence a longtemps été la partie la mieux valorisée du pétrole : on avait donc tendance à favoriser les bruts légers, conduisant facilement à des coupes à haut indice d'octane. Au contraire, les bruts lourds qui contiennent plus de composés à longue chaîne, étaient mal valorisés, et nécessitaient des traitements supplémentaires pour casser ces molécules et en faire des produits vendables. Les impuretés telles que le soufre sont particulièrement peu souhaitées, elles font donc l'objet de traitements spécifiques supplémentaires, ce qui ajoute au coût de traitement. [1]

I.2. Définition

Cette expression est composée du mot essence, utilisé ici dans son sens assez peu connu d'espèce dominante d'une forêt, et du mot lumière puisqu'il s'agit d'une espèce ayant besoin de lumière pour se développer. En pétrochimie, l'essence est un hydrocarbure liquide inflammable utilisé principalement comme carburant pour les moteurs à allumage commandé dit « moteurs à essence ». [2]

L'essence est un liquide inflammable, issu de la distillation du pétrole, utilisé comme carburant dans les moteurs à combustion interne. C'est un carburant pour moteur à allumage commandé, c'est un mélange d'hydrocarbures, auxquels peuvent être ajoutés des additifs pour carburants. De nombreux types d'essence (dont essences spéciales) sont fabriqués et mis sur le marché. [1]

- 20 % à 30 % d'alcane, hydrocarbures saturés ;
- 5 % de cycloalcanes, hydrocarbures saturés cycliques ;
- 30 % à 45 % d'alcènes, hydrocarbures insaturés ;
- 30 % à 45 % d'hydrocarbures aromatiques, de la famille du benzène [1].

I.3. Paramètres et caractéristiques

L'essence désigne les carburants, les combustibles liquides et volatiles utilisés dans les moteurs à allumage par étincelle. Ils sont formés en mélangeant un certain nombre de fractions pétrolières (bases) issues des procédés de raffinage avec des quantités variantes. Il est caractérisé par :

I.3.1. Indice d'octane

L'indice d'octane est une caractéristique essentielle qui détermine la qualité de l'essence. Il caractérise ces propriétés antidétonantes provoquées par un allumage prématuré ce qui assure une haute performance du moteur avec une puissance accrue par suite une combustion en douceur du carburant [3].

I.3.2. La densité

La connaissance de la densité est très essentielle pour exécuter des bilans massiques et pour calculer les puissances des pompes, elle caractérise la consommation et la puissance de l'essence dans le moteur [3].

I.3.3. Tension de la Vapeur Ried (TVR)

Elle caractérise la volatilité de l'essence, c'est à dire sa teneur en éléments légers susceptibles de faciliter le démarrage à froid. Autre que la volatilité, la TVR renseigne sur les problèmes de pertes liés à la volatilité et aux coûts de stockage et de transport [3].

I.3.4. Teneur en soufre

Le soufre provoque la corrosion des réservoirs et réduit la durée de vie des catalyseurs et leur capacité. La réduction de la teneur en soufre permet d'abaisser les émissions globales de gaz carbonique CO_2 et de gaz à effet de serre nocifs à l'environnement [3].

I.3.5. Pression de vapeur

La pression de vapeur d'un produit pur à une température déterminée est la pression pour laquelle ce produit se vaporise à la température considérée.

Généralement, à partir de la connaissance de la température d'ébullition d'un produit à pression atmosphérique, il est possible d'estimer la pression de vapeur à toute température [4].

I.4. Différents procédés d'obtention de l'essence

L'essence est obtenue par différents procédés industriels, parmi lesquels on cite ci-dessous, néanmoins, avant d'être acheminée vers le process de production, la matière première qui est le pétrole brute, passe par les étapes suivantes :

- **Première étape** : éliminer les impuretés contenues dans le brut (sable, eau, gaz...). Un pétrole type arabique contient environ 1% de gaz, qui pourra être envoyé directement chez le consommateur par un gazoduc, ou liquéfié pour fournir du butane ou du propane.
- **Deuxième étape** : la distillation. Le pétrole est chauffé pour séparer les différentes "coupes". En fonction de la température d'ébullition, on obtient des produits différents. Les trois principales "coupes" pétrolières sont les légers (les composés gazeux et les essences dont la température d'ébullition se situe entre 40 et 210°C), les moyens (kérosène, diesel et fuel domestique, dont la température d'ébullition se situe entre 170 et 360°C) et les lourds (fuel lourd ou résidus).

I.4.1. Procédé d'hydrodésulfuration

Dans l'hydrodésulfuration catalytique, la charge est désaérée, mélangée à l'hydrogène, préchauffée, puis introduite sous haute pression dans un réacteur catalytique à lit fixe. L'hydrogène est séparé et recyclé, puis le produit est stabilisé dans une colonne d'épuisement, dont on soutire les fractions légères. Au cours de cette opération, les composés soufrés et azotés présents dans la charge sont convertis en sulfure d'hydrogène (H_2S) et en ammoniac (NH_3). Le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac résiduels sont enlevés par entraînement à la vapeur, passage dans un séparateur haute et basse pression ou lavage dans

une solution d'amines, ce qui permet d'obtenir un mélange très riche en sulfure d'hydrogène dont il est possible d'extraire le soufre élémentaire [5].

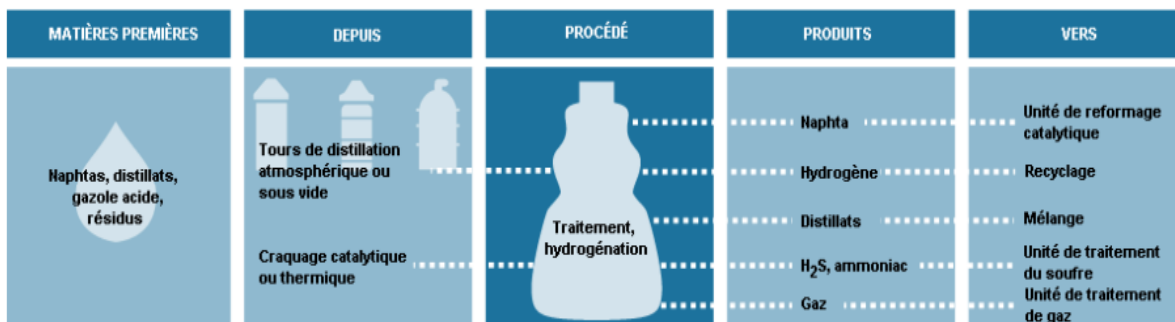


Figure I.1: Procédé d'hydrodésulfuration [5].

I.4.2. Procédés de reformage catalytique

La charge de naphta désulfuré est acheminée dans l'unité de reformage catalytique où elle est chauffée jusqu'à vaporisation, puis envoyée dans un réacteur comportant un lit fixe de catalyseur métallique ou bimétallique contenant une petite quantité de platine, de molybdène, de rhénium ou d'autres métaux nobles. Les deux principales réactions qui se produisent sont la production de composés aromatiques à indice d'octane élevé, par élimination de l'hydrogène des molécules de la charge, et la conversion des paraffines linéaires en paraffines ramifiées ou iso-paraffines [5].

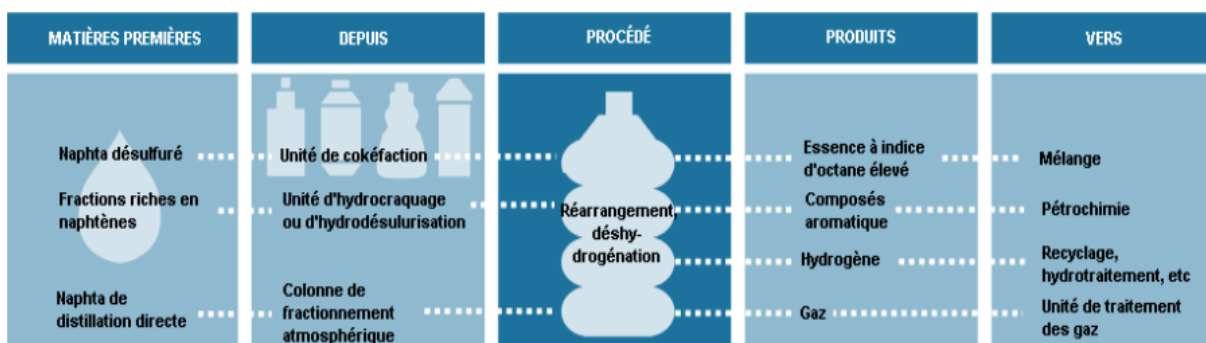


Figure I.2: Procédé de reformage catalytique [5].

I.4.3. Procédé d'isomérisation

L'isomérisation effectuée dans un grand nombre de process, elle modifie la disposition des atomes pour transformer le butane normal en isobutane, ainsi que le pentane normal et l'hexane normal en composants de l'essence à haut indice d'octane. L'isomérisation est semblable au reformage catalytique en ce sens que les molécules d'hydrocarbures sont réorganisées, mais l'isomérisation ne transforme que les paraffines normales en isoparaffines.

Vers la fin du process, l'effluent du réacteur est refroidi et séparé en isomérat liquide et en un flux hydrogène-gaz de recyclage. L'isomérat subit un lavage caustique et un lavage à l'eau, une neutralisation à l'acide, puis une stabilisation avant d'être stocké. Une surveillance du niveau est requise dans les fonds des stabilisateurs et les cuves de lavage [6].



Figure I.3: Procédé d'isomérisation [6].

Chapitre II

GÉNÉRALITÉS SUR LA FTIR

II.1. Introduction

Contrairement à de nombreuses analyses qui ne peuvent être appliquées sur l'ensemble des molécules existantes, l'immense majorité des molécules sont analysables par spectrophotométrie infrarouge. C'est un des outils les plus utilisés pour la caractérisation des molécules, et une des méthodes les plus courantes dans l'industrie.

Principe de la spectrophotométrie infrarouge quel que soit l'état (solide, liquide ou gazeux), les atomes d'une molécule ont une certaine mobilité les uns par rapport aux autres : ils sont dotés de mouvements de vibrations qui modifient légèrement et périodiquement la longueur et l'orientation des liaisons [11].

II.2. Définition

La spectroscopie infrarouge (parfois désignée comme spectroscopie IR) est une classe de spectroscopie qui traite de la région infrarouge du spectre électromagnétique. Elle recouvre une large gamme de techniques, la plus commune étant un type de spectroscopie d'absorption. Comme pour toutes les techniques de spectroscopie, elle peut être employée pour l'identification de composés ou pour déterminer la composition d'un échantillon.

La spectroscopie moyen infrarouge (MIR) est une spectroscopie d'absorption. Les liaisons chimiques absorbent le rayonnement du MIR à des longueurs d'onde spécifiques dépendant de leur nature et de leur conformation. C'est ainsi que les informations données par le spectre permettent l'identification et le dosage des échantillons étudiés ainsi que l'étude des interactions entre les différents composants [10].

II.3. Les régions du spectre infrarouge

La partie infrarouge du spectre électromagnétique est divisée en trois régions : le proche, le moyen et le lointain infrarouges, nommés en relation avec le spectre visible.

II.3.1. L'infrarouge lointain, allant approximativement de 400 à 10 cm^{-1} (1000–30 μm), mitoyen de la région micro-onde, a une énergie faible et peut être utilisé pour la spectroscopie rotationnelle.

II.3.2. L'infrarouge moyen, allant approximativement de 4000 à 400 cm^{-1} (3–1,4 μm) peut être utilisé pour étudier les vibrations fondamentales et la structure rovibrationnelle associée.

II.3.3. Le proche infrarouge, plus énergétique, allant approximativement de 14000 à 4000 cm^{-1} (1,4–0,8 μm) peut exciter les vibrations harmoniques. Les dénominations et classifications de ces sous-régions sont essentiellement des conventions. Elles ne sont pas basées sur des divisions strictes ou sur des propriétés moléculaires ou électromagnétiques exactes [15].

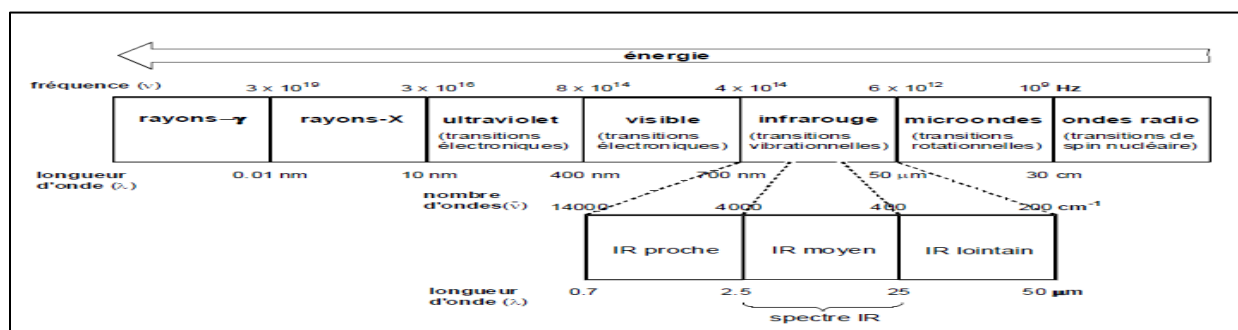


Figure II-1 : Les régions du spectre électromagnétique [16].

II.4. Les modes de vibrations

Un mode de vibration d'une molécule est un mouvement pour lequel tous les atomes de la molécule vibrent en phase, à la même fréquence mais dans des directions ou avec des amplitudes différentes. Ce n'est pas toujours facile de reconnaître dans un mouvement désordonné les modes de vibration qui le composent mais on peut toujours le décomposer dans les modes de vibration de la molécule (formant ainsi une combinaison linéaire des modes). Il est donc important de connaître ces modes. Chaque atome d'une molécule a 3 degrés de liberté ; il y a donc $3N$ degrés de liberté dans une molécule formée de N atomes. Mais comme parmi ces $3N$ degrés il y en a 3 pour la translation globale de la molécule et 3 pour sa rotation, il n'en reste que $3N-6$ pour les mouvements relatifs des atomes formant ce que l'on appelle les modes de vibration de la molécule. Il faut toutefois ajouter que pour une molécule linéaire, il n'y a que $3N-5$ modes de vibration puisque il n'y a pas de

degré de liberté associé à la rotation de la molécule autour de son axe principal (il n'y a pas de moment d'inertie autour de cet axe) [16].

De ce fait, Il existe différents type de déformation des liaisons. Par exemple, pour les molécules possédantes minimum 3 atomes, voici les principaux :

II.4.1. Elongation ou Etirement

- **Etirement symétrique** : les deux atomes "extérieurs" s'éloignent et se rapprochent simultanément de l'atome central.
- **Étirement asymétrique** : quand l'un des atomes "extérieurs" se rapproche, l'autre s'éloigne de l'atome central.

II.4.2. Déformation angulaire

- **Cisaillement** : les atomes "extérieurs" se rapprochent et s'éloigne l'un de l'autre dans le plan de la molécule.
- **Torsion** : un des atomes "extérieurs" se déplace d'avant en arrière du plan de la molécules, tandis que l'autre effectue le chemin inverse [11].

II.5. La spectroscopie infrarouge classique

Dans un spectromètre infrarouge « classique » (il existe des montages spéciaux dépendants des activités poursuivies), un rayon de lumière infrarouge est produit et séparé en deux faisceaux. L'un passe au travers de l'échantillon, l'autre au travers d'une référence qui est parfois le composé dans lequel l'échantillon a été dissous. Les faisceaux sont ensuite réfléchis jusqu'à un détecteur, après être passés par un séparateur qui alterne rapidement les faisceaux entrant dans le détecteur. Les deux signaux sont comparés et le spectre ainsi obtenu est tracé.

L'utilisation d'une référence permet :

- d'éviter les fluctuations de sortie de source qui peuvent affecter les données. Ces fluctuations ont des origines diverses, comme le vieillissement.

- d'éviter la prise en compte des effets de solvant (la référence est habituellement le solvant pur correspondant à celui dans lequel l'échantillon est dissous) [13].

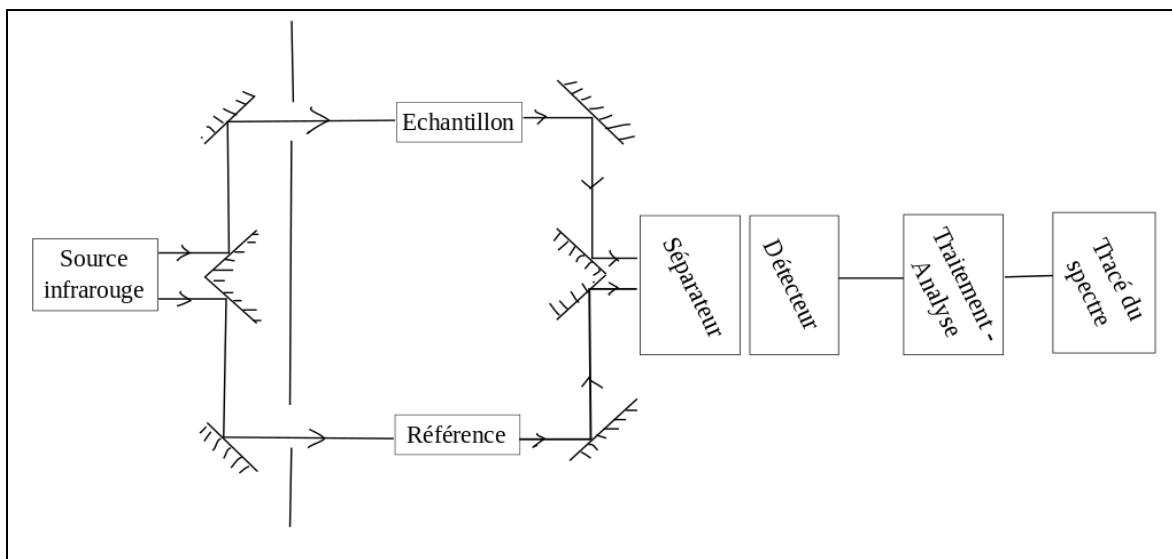


Figure II.1 : Schéma de fonctionnement d'un spectromètre infrarouge classique [13].

II.6. La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF, en anglais Fourier transform infrared spectroscopy - FTIR) est une technique de mesure pour l'acquisition de spectres infrarouges. Au lieu d'enregistrer la quantité d'énergie absorbée lorsque la fréquence de lumière infrarouge varie (monochromateur), la lumière infrarouge passe au travers d'un interféromètre. Après avoir traversé l'échantillon, le signal mesuré est un interférogramme. Après que le signal a subi une transformée de Fourier, on obtient un spectre identique à celui obtenu par une spectroscopie infrarouge conventionnelle (dispersive).

Les spectromètres IRTF sont moins chers que les spectromètres conventionnels, la construction d'interféromètres étant plus facile que celle de monochromateurs. De plus, la mesure d'un spectre est plus rapide en IRTF car l'information à toutes les fréquences est collectée simultanément (une mesure au moyen d'un appareil dispersif dure par exemple une demi-heure ; elle dure deux minutes avec un appareil IRTF). Cela permet à de nombreux échantillons d'être analysés ensemble, ce qui améliore la sensibilité.

En raison de ces nombreux avantages, la très grande majorité des spectromètres infrarouges modernes sont des instruments IRTF.

Un exemple d'application hors laboratoire de ces appareils est l'analyse des gaz de combustion des moteurs thermiques des véhicules. La sonde est introduite dans le pot d'échappement et seules deux fréquences sont exploitées : $2\,350\text{ cm}^{-1}$ pour le dioxyde de carbone et $2\,170\text{ cm}^{-1}$ pour le monoxyde de carbone. Dans cet exemple, le spectromètre à transformée de Fourier a remplacé le spectromètre dispersif qui nécessitait des ampoules contenant des concentrations bien définies des deux gaz analysés [14].

Chapitre III

PARTIE EXPÉRIMENTALE

ETUDE D'ESSENCE PAR FTIR

III.1. Introduction

La distillation du pétrole brute au niveau des raffineries d'Algérie et principalement au niveau de la raffinerie d'Arzew donne plusieurs produits qui sont appelés les carburants. Les sous-produits légers de la distillation comme l'essence sont soumis par la suite à différents procédés de traitement pour améliorer sa qualité comme le reforming catalytique et l'isomérisation.

Ce type de carburant est caractérisé par des paramètres physico-chimique bien précis reflète de sa composition chimique et des fonctions présentés. La FTIR est un des méthodes qui détermine cette composition chimique dans un temps court et avec une grande précision.

Notre travail qui fait partie d'un travail de groupe de recherche au niveau de laboratoire SEA2M de l'université de Mostaganem , consiste à l'analyse des spectres des échantillons d'essence récupérés de la raffinerie d'Arzew issus des deux procédés cités ci-dessus et analysés par FTIR au niveau de laboratoire SEA2M de l'université de Mostaganem[13].

III.2. Méthode d'obtention des spectres des échantillons

Le spectromètre FTIR utilisé pour cette étude est la « IRPrestige-21 SHIMADZU FOURIER INFRARED SPECTROPHOTOMETERRE ». L'FTIR est couplé à différents modules :

- Un compartiment échantillon qui peut recevoir les accessoires de chaque mode de FTIR ;
- Un ordinateur, en interface avec le spectromètre IRTF, permet la commande des mesures et le traitement numériques des spectres[13].



Figure III-1 : Appareil Shimadzu de FTIR[13].



Figure III-2: Cellule de l'échantillon liquide[13].

Les échantillons récupérés de la raffinerie d'Arzew sont dilués dans un solvant ; le solvant choisi ne devra pas absorber le rayonnement infrarouge dans le même domaine de nombre d'onde que le soluté. Le mélange est injecté par la suite dans une cellule à échantillon et placé dans le compartiment à échantillons de l'appareil. Le lancement de l'analyse fait produire un faisceau infrarouge qui passe à travers l'échantillon.

Après 15 scans, le spectre brut est obtenu dans la région de la moyenne infrarouge (de 400 à 4000 cm^{-1}). La qualité de ce spectre donne la nécessité de certaines opérations de traitement et de correction comme :

- La correction atmosphérique : Les bandes d'absorptions résiduelles du gaz carbonique atmosphérique situées entre 2386 et 2284 cm^{-1} sont éliminées de tous les spectres[13].
- **Correction de la ligne de base** : Lors de la transmission de la lumière à travers un échantillon, l'absorption n'est pas le seul phénomène optique mis en œuvre. D'autres phénomènes tels que la diffusion, les aberrations chromatiques et la diffraction sont observées. Une fraction significative de la lumière est alors déviée de son trajet et n'atteint pas le détecteur[13].
- **Lissage** : Elle consiste à l'élimination du bruit de fond présent dans le spectre.

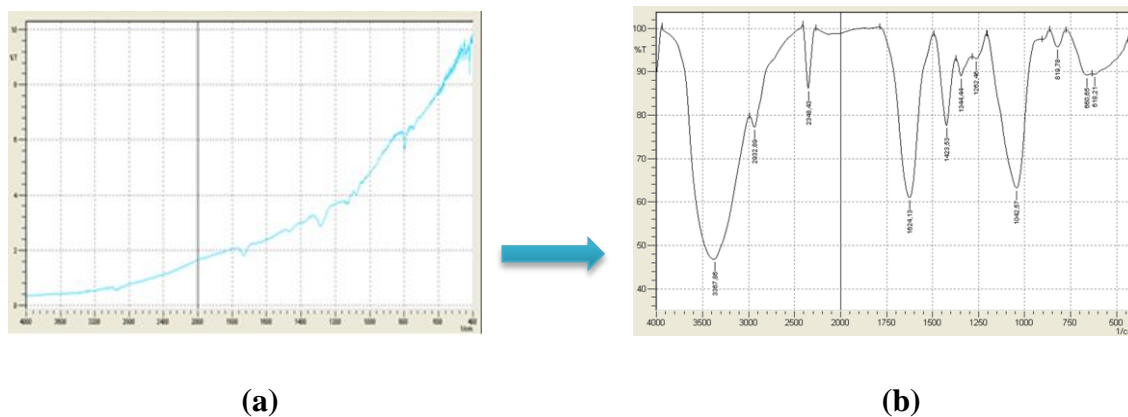


Figure III-3 : Spectre avant et après traitement
(a : spectre avant traitement, b : spectre après traitement)[13].

III.3. But de travail

Ce travail consiste à évaluer la différence en composition chimique entre deux essences issus de deux types de procédés différents par la détermination des fonctions chimiques de chaque échantillon.

III.4. Interprétation des spectres

III.4.1. Interprétation du spectre d'essence-1

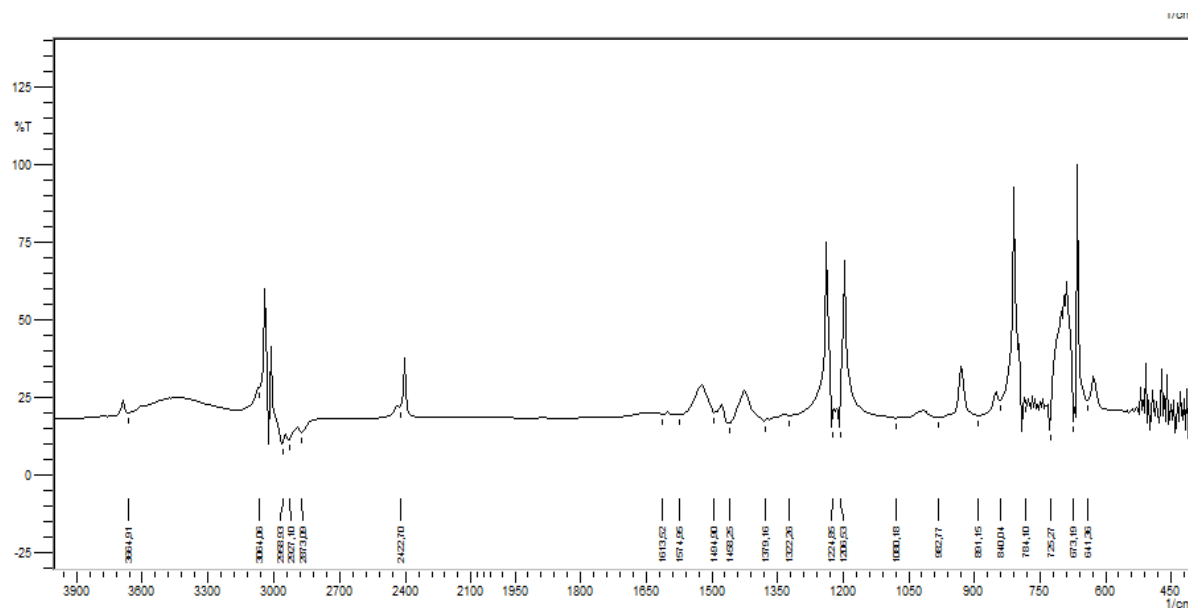


Figure III-4 : Spectre FT-IR d'essence-1 dans la région 400-4000 cm^{-1} .

Les fréquences de vibrations de cet échantillon sont données dans le tableau suivant :

Tableau III-1 : Bandes d'absorption FT-IR d'essence-1

Fréquence de vibration (cm ⁻¹)	Nature de la bande	Assignement
3665,92	Très faible	v(N-H) des groupements aminés.
De 2967,93 à 2872,19	Moyen	v _s etv _{as} (-C-H) pour les groupements CH ₃ et CH ₂ des alcanes.
2423,60	Faible	v(C≡N) des groupements nitrile.
1495,91	Moyen	Déformation (-C-H) des groupements CH ₃ des alcanes.
1467,53	Moyen	Déformation (-C-H) des groupementsCH ₂ des alcanes.
1225,80 et 1207,83	Moyen	Déformation des groupements aliphatiques ramifiés.
1081,16	Très faible	v (C-C) des alcanes.
726,27	Faible à moyen	Déformation des N-H.

Interprétation :

Dans ce spectre, différents fonctions sont présent :

- Dans la partie 4000 à 2500 cm⁻¹ on trouve la présence des groupements aminés avec une bande de fréquence de vibration de 3665,92 cm⁻¹ très faible et autres pics correspond aux groupements C-H des alcanes situés dans la partie 2967,93 à 2872,19 cm⁻¹ ;
- Dans la partie 2500 à 1000 cm⁻¹, vers 2423,60 cm⁻¹ on trouve la vibration de la liaison C ≡ N des groupements nitrile et un autre pic étroit dus à la vibration de déformation (-C-H) des groupements CH₃ et CH₂ des alcanes, et des groupements aliphatiques ramifiés des alcanes.
- La partie 1000 à 500 cm⁻¹ contient la vibration de Déformation des N-H.

III.4.2. Interprétation du spectre de d'essence-2

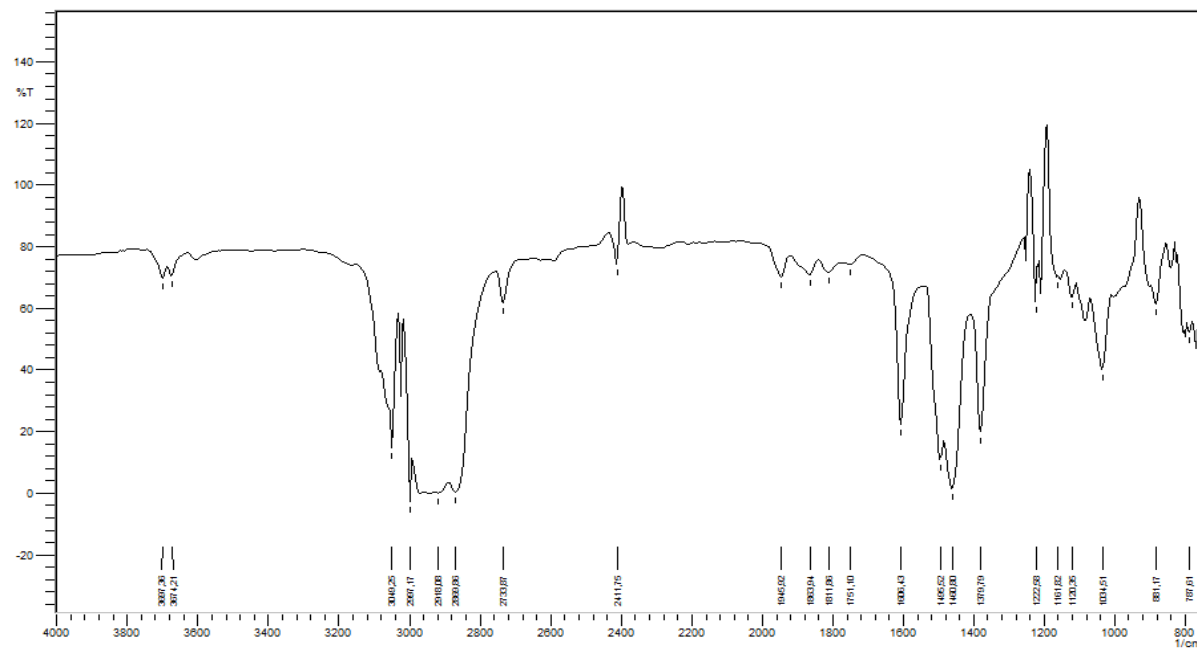


Figure III-5 : Spectre FT-IR d'essence-2 dans la région 400-4000 cm^{-1} .

Les fréquences de vibrations de cet échantillon sont données dans le tableau suivant :

Tableau III-2 : Bandes d'absorption FT-IR d'essence-2

Fréquence de vibration (cm^{-1})	Nature de la bande	Assignement
3689,36 3690,25	Doublet faible	$\nu(\text{N-H})$ des groupements aminés.
3049,30	Pic fort	$\nu(=\text{C-H})$ des fonctions aromatiques
De 2946,26 à 2737,89	Pics forts	ν_s et ν_{as} ($-\text{C-H}$) pour les groupements CH_3 et CH_2 des alcanes.
2735,77	Pic d'intensité moyenne	Elongation des esters phosphoriques.
2412,86	Pic faible	$\nu(\text{C}\equiv\text{N})$ des groupements nitrile.
De 1945 à 1754	Série des	Harmonie des fonctions aromatiques.

	épaulements	
1608,43	Pic fort	$\nu(\text{C}=\text{C})$ des fonctions aromatiques.
1461,81	Bonde forte	Déformation (-C-H) des groupements CH_3 des alcanes.
1379,79	Pic d'intensité moyenne	Déformation (-C-H) des groupements CH_2 des alcanes.
1224,54 et 1207,31	Pic moyen	Déformation des groupements aliphatiques ramifiés.
1152,18	Pic moyen	Déformation des cycles aromatiques.
De 1121 à 1002	Bonde avec plusieurs épaulements	Elongation des(C-C), Déformation des C-H aromatique, Vibration (P-OH) des esters phosphorique.
De 901 à 757	Des pics faibles	Déformation de cycle aromatique de type : - 1 H adjacent sur noyau, - 2 H adjacent sur noyau, - 3 H adjacent sur noyau.

Interprétation :

Ce spectre contient plus de fonctions que le premier spectre :

- Dans la partie 4000 à 2500 cm^{-1} de ce spectre, on trouve la présence des groupements aminés (N-H) avec une bande de fréquence de vibration $3689,36$ à $3690,25 \text{ (cm}^{-1})$ doublet faible, un pic fort de fréquence $3049,30 \text{ (cm}^{-1})$ relatif aux fonctions aromatiques et autres pics fort correspondants aux groupements CH_3 et CH_2 des alcanes et Pic d'intensité moyenne d'élongation des esters phosphoriques d'une fréquence $2735,77 \text{ (cm}^{-1})$.
- Dans la partie 25000 à $1000 \text{ (cm}^{-1})$, on trouve un pic faible dans la fréquence $2412,86 \text{ cm}^{-1}$ et d'autre série des épaulements entre 1945 à 1754 cm^{-1} relative à l'harmonie des fonctions aromatiques, et un pic d'intensité moyenne due à la vibration Elongation des esters phosphoriques à une fréquence de $2735,77 \text{ cm}^{-1}$, on trouve aussi l'élongation des (C-C) des alcanes, et plusieurs pics dues aux vibration (P-OH) des esters phosphorique.

- La partie 1000 à 700 cm^{-1} contient la déformation de cycle aromatique de type : 1 H adjacent sur noyau, 2 H adjacent sur noyau, 3 H adjacent sur noyau.

III.5. Comparaison des deux spectres

Les analyses par spectroscopie transformé de Fourier infrarouge ont été réalisées à l'attribution des bandes infrarouges et se servant des tables disponibles dans la littérature [14] [15]:

- la partie supérieure des spectres (de 4000 à 2000 cm^{-1}) : On observe les deux spectres contient les mêmes pics qui sont relatifs aux groupements CH_3 et CH_2 des alcanes, des groupements nitrile et des groupements aminés. Néanmoins, le spectre d'essence-2 contient de plus le pic de vibration de la liaison $=\text{C-H}$ des groupements aromatiques.
- la partie moyenne des spectres (de 2000 à 1000 cm^{-1}) : dans les deux spectres, il y'a des pics de déformation ($-\text{C-H}$) des groupements CH_3 et CH_2 des alcanes. De plus, le spectre d'essence-2 contient les pics qui conforme le présence des fonctions aromatiques ainsi que l'harmonie de ces fonctions.
- la partie inférieure des spectres (de 1000 à 500 cm^{-1}) : Dans le spectre d'essence-1 il y'a la déformation des N-H, même pour le deuxième spectre, en outre, et le spectre 2 inclus la déformation des cycles aromatiques de type 1 H, 2 H, 3 H adjacent sur noyau.

D'après ces informations attirées des spectres FTIR, on conclut que l'essence-1 est issu de procédé d'isomérisation, vu la présence des vibrations relatives aux alcanes ramifiés. Et vu que le but principal du procédé d'isomérisation est de convertir les paraffines normales à bas indice d'octane en leurs isomères à des chaînes ramifiées possédant un indice d'octane plus élevé. On sait bien que ce procédé renferme sur les réactions principales suivantes : hydrogénation du benzène, isomérisation long chaînes des paraffines, ouverture de l'anneau des naphthènes, hydrocraquage.

D'autre part, selon les fonctions présentes dans le spectre d'essence-2, on peut dire que l'essence-2 est issu du procédé de reforming catalytique, vu que le reformage catalytique a pour objectif de transformer les constituants naphthéniques (à bas indice d'octane) en constituants

aromatiques à haut indice d'octane servant de base au mélange des essences. Donc, la réaction principale dans ce procédé est la formation des aromatiques qui est présente dans cet échantillon selon son spectre FTIR.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Vu son importance mondiale, les carburants et principalement l'essence font l'objectif de nombreuses de travaux de recherche et de développement sur les différents stades, sur le plan de fabrication comme sur le plan de caractérisation de sa qualité, afin de répondre à la demande croissante du marché.

A cet effet, les raffineries dans le monde et principalement dans l'Algérie ont toujours dans une démarche de développement de leurs procédés de fabrication. A cette raison, la raffinerie d'Arzew à adopter le procédé d'isomérisation de plus du premier procédé de reforming catalytique.

Chacun de ces procédés améliore la qualité des sous-produits afin d'obtenir des essences de haute qualité et à haut indice d'octane.

Dans ce but, nous avons étudiés la composition chimique des échantillons issus des deux procédés afin d'évaluer son évolution. A cet effet, nous avons trouvez :

- L'essence-1 inclus des alcanes (essentiellement des alcanes ramifiés), des amines, des nitriles,
- L'essence-2 inclus des alcanes, des amines, des nitriles, des composés soufrés et des fonctions aromatiques.

En conséquence, on peut dire que l'essence-1 est issu du procédé d'isomérisation et l'essence-2 est un produit du procédé de reforming catalytique.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : BELHADRI FATIMA : Étude de la production de l'essence sans plomb Mémoire de Master, Université de mohamedboudiaf Oran.

[2] : J.-C. GUIBET. " Carburants liquides, caractéristiques et principes généraux". BE 8543 Techniques de l'ingénieur, pp.1-2. 2011.

[3] : S. LOUNNACI et H .TOUMERT " Optimisation des mélanges d'essences Cas Ra-nerie d'Alger". Mémoire de master, Tizi-Ouzou, 26 Juin 2016.

[4] : JEAN-CLAUDE GUIBET : Caractéristiques des produits pétroliers, Technique de l'ingénieur.

[5] : RICHARD S. KRAUS : Encyclopédie de sécurité et de santé au travail chapitre 78 :Le raffinage du pétrole.

[6] : site web, <https://www.magnetrol.com/fr/isomerisation>.

[7] :<https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/terminale-s/la-spectroscopie/spectre-infra-rouge.html>

[8] : Julie Keirsse. Spectroscopie infrarouge déportée : mise au point d'un biocapteur pour l'imagerie métabolique et la sécurité microbiologique. Biochimie [q-bio.BM]. Université Rennes 1, 2003. Français. fftel-00006248ff

[9] N.MOUSSA et M.BELHAKEM, "Etude par FTIR des phénomènes d'adsorption", thèse magistère, Mostaganem, 2012.

[10] J.M.Chalmers and P.R.Griffiths, "Vibrational spectroscopy, INTRODUCTION TO THE THEORY AND PRACTICE OF VIBRATIONAL SPECTROSCOPY", Handbook, VOLUME 1, 2000.

[11] : Julie Keirsse. Spectroscopie infrarouge déportée : mise au point d'un biocapteur pour l'imagerie métabolique et la sécurité microbiologique. Biochimie [q-bio.BM]. Université Rennes 1, 2003. Français. fftel-00006248ff

[12] : Antonio Hidalgo. Spectres d'absorption infrarouge du thiophène et de dérivés mono et disubstitués (attribution des modes de vibration aux bandes enregistrées). J. Phys. Radium, 1955, 16 (5), pp.366- 372. ff10.1051/jphysrad:01955001605036600ff. ffjpa-00235166ff.

[13] N.MOUSSA et M.BELHAKEM, "Etude par FTIR des phénomènes d'adsorption", thèse magistère, Mostaganem, 2012.

[14] J.M.Chalmers and P.R.Griffiths, "Vibrational spectroscopy, INTRODUCTION TO THE THEORY AND PRACTICE OF VIBRATIONAL SPECTROSCOPY", Handbook, VOLUME 1, 2000.

[15] B.Stuart, "Infrared spectroscopy, fundamentals and applications", John Wiley & Sons, Ltd ISBNs: 0-470-85427-8 (HB); 0-470-85428-6 (PB), 2004.