



République algérienne démocratique et populaire

Université Akli Mohand Oulhadj

BOUIRA



Institut de Technologies

**Rapport de soutenance**

En vue de l'obtention du diplôme  
de Licence professionnalisant en :

**Génie de la Formulation**

**THÈME :**

**Etude géochimie des Extraits de la  
matière organique du  
Bassin d'Oued Mya**

**Réalisé par**

- OUKKAL Sara

**Encadré par**

- BELKACEMI Samir

**Année : 2017 / 2018**

## *Dédicaces*

*Je remercie Dieu tout puissant clément et  
miséricordieux de m'avoir soigné et aidé.*

*Je dédie ce modeste travail*

*A la mémoire de mon père ALI, mon plus fort  
repère, un être unique et magnifique, mon meilleur.  
A ma très chère mère NAJDIA à qui je dois tout ce  
que j'ai été et tout ce que je suis devenue, merci du  
fond du cœur, pour  
son dévouement, sa disponibilité, et son action tout au  
long de mes études.*

*A mon mari FARID qui était toujours présent pour  
moi.*

*A ma belle mère AZIZA et mon beau père  
AHMADE.*

*A mes sœurs ROKAYA et MAROIA.*

*A mes frères HASSAN, HOSSIN, SLIMAN, YOSSAFET et  
MOHEMEDE.*

*A mes beaux frères MORAD, FOUZI et SAMIR*

*A mes belles sœurs SAMIA et LILA*

*A toute la famille OUKKAL et SAHNOUN*

*A mes chères amies*

*A toutes personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*A toute personne qui mérite l'appréciation et le respect  
de ma part Merci à vous.*

*A tout veuillez accepter cette dédicace de ma part.*

*SARA*

## *Remerciements*

*Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu qui ma a donné la santé et le courage d'accomplir ce travail.*

*Je ne peux pas oublier de présenter ma gratitude à mes parents et mon mari pour leur patience et les efforts inlassables qu'ils ne cessent de déployer pour moi.*

*Mes vif remerciement vont tous d'abord à mon encadreur Mr YAHIA ABDELGHANI pour son aide et ses conseils durant mon stage pratique.*

*Je tiens à remercier de façon précise mon promoteur BELKACEM SAMIR pour l'intérêt qu'il à porter à mon travail.*

*Je remercie l'ensemble des enseignants et des enseignantes de L'institut de technologie.*

*Je remercie aussi toute l'équipe du groupe «SONATRACH» qui m on orienté et encouragé durant mon stage pratique*

*Je remercie également les membres de jury qui nous font honneur en acceptant d'examiner et de juger notre travail.*

*Enfin, que tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude et mes remerciements les plus sincères.*

*SARA*

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

## **Chapitre I : Présentation de l'entreprise**

I-1 Historique de la SONATRACH .....	3
I.2 Présentation de la Division Technologique et Développement (DTD ex- CRD).....	3
I.2.1 Historique du CRD .....	3
I.2.2 Mission de CRD.....	4
I.2.3 Organigramme de DTD .....	5
I.3 Direction Géologie.....	6
I.3.1 Département Géochimie .....	6
I.3.2 Service géochimie organique.....	6

## **Chapitre II : Généralités sur géochimie**

II.1 La géochimie.....	7
II.1.1 La géochimie organique .....	7
I.1.2 But de la géochimie organique .....	7
I.2 Le pétrole .....	7
I.2.1-Origine et formation de la matière organique.....	8
I.2.2 Le système pétrolier .....	8
I.2.3 Evolution de la matière organique en pétrole et gaz.....	9
I.2.4 Caractérisation et classification des kérogènes.....	10
I.2.5 Les composés pétroliers .....	11
I.2.6 Le bassin d'Oued Mya .....	13

## **Chapitre III : Méthodes d'analyses**

III.2 Analyse des échantillons des roches mères.....	15
III.2.1 Préparation des échantillons.....	15
III.2.2 Dosage du carbone .....	16
III.2.2.a Mode d'opérateur .....	16
III.2.3 Pyrolyse « ROK-EVAL ».....	17
III.2.3.a. Les paramètres mesurés de pyrolyse .....	18
III.2.3.b Les paramètres calculés .....	19

III.3. Analyse extraits de matière organique et des huiles .....	20
II.3.1 Extraction de la matière organique soluble des roches mères.....	20
III.3.1.a Mode d'opérateur .....	21
III.3.2 La méthode chromatographique.....	21
III.3.2.A. Chromatographie sur couche mince .....	21
III.3.2.b. La chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (CPGC).....	23
III.3.2.C. La chromatographie en phase capillaire combinée à la spectrométrie de masse (GC/MS).....	24

#### **Chapitre IV : Les résultats**

IV.1. Méthodologie .....	25
IV.2 Interprétation des résultats des analyses géochimiques de la matière organique .....	25
VI.3 Extraction de la matière organique .....	28
IV.4.A Méthodes de la chromatographie .....	29
B.4.B Analyse des échantillons par CPGC.....	29

## Liste des abréviations

<b>CM</b>	Carbone minéral
<b>COT</b>	Carbone organique total
<b>CPGC</b>	Chromatographie phase gazeuse capillaire
<b>CCM</b>	Chromatographie sur couche mince
<b>FID</b>	Détecteur à ionisation de flamme
<b>GC/MS</b>	Chromatographie phase gazeuse capillaire couplée a spectromètre de masse
<b>PP</b>	Potentiel pétrolier
<b>H/C</b>	Le rapport hydrogène/carbone
<b>HI</b>	L'ndice d'hydrogène
<b>IO</b>	L'indice d'oxygène
<b>IP</b>	L'indice de production
<b>MO</b>	Matière organique
<b>MOE</b>	Matière organique extraite
<b>O/C</b>	Le rapport oxygène/carbone
<b>Ph</b>	Phytane
<b>PP</b>	Potentiel pétrolier
<b>DCM</b>	Dichlorométhane

## Liste des tableaux

### Chapitre III :

<b>Tableau III.1</b> : la qualité des roches en fonction du pourcentage du COT.....	17
<b>Tableau III.2</b> : Classification des roches mères en fonction du potentiel S2 .....	19
<b>Tableau III.3</b> : L'ensemble des paramètres obtenu grâce à la pyrolyse et leur interprétation.	20
<b>Tableau III.4</b> : La variation du milieu de dépôt selon les rapports Pr/Ph.....	24

### Chapitre IV :

<b>Tableau IV.1</b> : Résultats des analyses La pyrolyse Rock Eval et dosage COT des puits (X1, X2, X3, X4 et X5).....	26
<b>Tableau IV.2</b> : Interprétation de résultats de T max.....	27
<b>Tableau IV.3</b> : Interprétation de résultats d'IH et d'IO .....	27
<b>Tableau IV.5</b> : Pourcentage de la matière organique .....	28
<b>Tableau IV.6</b> : Résultats des CCM.....	28
<b>Tableau IV .7</b> : Résultats de l'analyse de la fraction saturée par CPGC.....	30

## Liste des figures

### Chapitre I :

Figure I.1 : Siege de sonatrach à Alger .....	3
Figure I.2 : Centre de recherche et de développement de Sonatrach-Boumerdes- .....	4
Figure I.3: Organigramme de DTD.....	5
Figure I.4 : Débouchés de la géochimie organique.....	6

### Chapitre II :

Figure II.1: Les principaux types de piège à pétrole.....	8
Figure II.2 : Transformation de la matière organique.....	10
Figure II.3 : Diagramme de Van Krevelen.....	11
Figure II.4 : Chaines linéaires n-alcane.....	11
Figure II.5 : Chaine ramifiées : iso-alcane.....	12
Figure II.6: Cycles / cyclo-alcane.....	12
Figure II .7 : Les hydrocarbures aromatiques.....	13
Figure II.8 : Les asphaltènes.....	13
Figure II 9: Cadre géologique du bassin d'Oued Mya (Sonatrach).....	14

### Chapitre III :

Figure III.1 : Lavage à l'eau & DCM.....	15
Figure III.2 : Un échantillon concassé et broyé.....	16
Figure III.3 : L'échantillon préparé.....	16
Figure III.4 : Doseur de carbone (ELTRA CS 2000).....	17
Figure III.5 : Pyrolyse Rock- Eval 6 .....	18
Figure III.6 : Les trois pics de pyrolyse.....	18
Figure III.7 : Extraction par soxhlet.....	20
Figure III.9: La chromatographie des et les cuvettes de TLC.....	22
Figure III.10 : Chromatographie sur couche mince (IatroscanMK6).....	22

<b>Figure III.10</b> : Chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (Perkin ElmerClarus500).....	23
<b>Figure III.11</b> : Schéma d'une CPGC.....	24
<b>Figure III.12</b> : Chromatographie en phase gazeuse couplée à Le spectromètre de masse GC/MS.....	25

## **Chapitre IV :**

<b>Figure IV.1</b> : Chromatogramme des fractions .....	28
<b>Figure IV .2:</b> Chromatogramme de X2 (2781, 75m).....	29
<b>Figure IV. 3</b> : Chromatogramme de X3 (2783.66m).....	29
<b>Figure IV.4</b> : Chromatogramme de X4 (2787.64m).....	30
<b>Figure IV .5</b> : Chromatogramme de X4 (2787.64m).....	30

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى إجراء دراسة جيوكيميائية على الزيوت ومستخلصات حوض وادي ميا ، من أجل تحديد نوع المادة العضوية وبيئة التطور ، ولهذا استخدمنا المستخلصات عينات "X1 ، X2 ، X3 ، X4 ، X5" وجبرنا عليهن التحليل من قبل COT ، الانحلال الحراري ، CCM و CPGC لإيجاد ارتباطات بين هذه العينات ، وتحديد نوع المادة العضوية وبيئة التطور ، وأخيرا درجة تطور عينات لدين

## Résumé

Ce travail a pour objectif de faire une étude géochimique sur les huiles et les extraits du bassin d'Oued Mya, afin de déterminer le type de la matière organique et le milieu d'évolution, Pour cela nous avons utilisé les extraits les échantillons « X1, X2, X3, X4, X5» da tenus à partir des carottes. L'analyse par le dosage de COT, la pyrolyse, CCM et CPGC nous a parmi de trouver des corrélations entre ces échantillons, et déterminer le type de la matière organique ainsi que le milieu d'évolution, et enfin le degré d'évolution de nos échantillons.

# INTRODUCTION

### Introduction

Le pétrole brut et le gaz naturel sont les formes les plus courantes des mélanges d'hydrocarbures que l'on extrait du sous-sol. Ils représentent actuellement la principale source d'énergie dans la plupart des pays du monde et notamment une source nécessaire à l'industrialisation de l'Algérie. Grâce à leurs rôles vitaux dans les nations modernes, les réseaux de distributions où ils circulent dans le monde, sont véritablement devenus les veines dans lesquels circule le sang noir de la terre. De là, il devient impératif de mieux comprendre les mécanismes de la genèse, migration et les Biomarqueurs du pétrole [1].

La matière organique sédimentaire est l'objet de recherche depuis de nombreuses années. Elle est à l'origine de nos ressources énergétique et elle constitue également un enregistrement de la vie passée. De plus comme tous les constituants d'un sédiment, elle témoigne de son origine, de sa composition, du degré de dégradation ou de transformation et de son milieu de dépôt. La connaissance de tous ces processus se situe à l'interface entre la chimie et la géologie. La discipline en question est désignée par la géochimie de la matière organique appliqué à l'exploration pétrolière. Cette dernière consiste à l'étude de la composition de la matière organique, et de sa variation depuis son incorporation dans le sédiment, jusqu'à sa transformation, sa maturation, son accumulation, et sa migration sous forme de pétrole ou de gaz vers les roches réservoirs. De plus, la géochimie organique propose des outils efficaces pour reconnaître, et évaluer les roches mères de pétrole, pour corréler les huiles brutes avec les roches mères dont elles sont issues [1].

Le présent travail fait l'objet d'une caractérisation géochimique des roches mères appartenant au bassin d'OUED MYA, La présente étude fait partie d'une synthèse en cours de réalisation au département de géochimie du Centre de division de technologie et de Développement SONATRACH BOUMERDES.

Pour cette étude, on a choisis cinq échantillons de différentes cotes, ces échantillons ont subis un dosage au carbone et une pyrolyse, à partir des résultats de ces analyses on a sélectionné quatre extraits de matières organiques avec un solvant organique. Ces échantillons ont été analysés par les différentes techniques d'analyse à savoir la chromatographie sur couche mince (CCM) et la chromatographie en phase gazeuse capillaire(CPGC)

Ce mémoire est composé de deux parties :

- Une partie théorique qui comporte une étude bibliographique porté sur les notions fondamentales de la géochimie organique.
- Une partie pratique est consacrée à des différentes techniques et des méthodes d'analyses utilisées dans les études géochimiques et aussi des présentations et des interprétations des résultats obtenus dans cette étude.

Par ce travail, faisant l'objet de mon rapport de fin d'études, nous essayerons de contribuer à Déterminer pour les extraits de matière organique :

- ✓ Le type de la matière organique
- ✓ Le milieu de dépôt
- ✓ Le degré de maturation

# Présentation de l'entreprise

## I.1 Présentation de l'entreprise

La **SONATRACH** a été créée en 1963, elle avait comme mission le transport et la commercialisation des hydrocarbures par voies terrestres et maritimes.

Après le décret N° 66 269 du septembre 1966, la SONATRACH devient la société nationale touchant plusieurs domaines tels que, la recherche, la production, le transport, le raffinage, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures, liquides et gazeux. A ce moment là elle employé 100 000 agents.

Dans le cadre de la restriction, des entreprises, décidés en 1982, la SONATRACH a fait l'objet d'un découpage qui a donné naissance à d'autres entreprises telles que : l'ENTP, ASMDAL, l'ENGCB, l'ENEP,...etc.



Figure I.1 : Siege de sonatrach à Alger

## I.2 Présentation de la Division Technologique et Développement (DTD ex-CRD):

La recherche a toujours été le pivot central de l'industrie pétrolière ; extraire le pétrole brut ou le gaz naturel présente de sérieuses difficultés technologiques, et une fois récupéré cette ressource à l'état brut, doit être traitée avec précautions.

Pour renforcer sa position et se développer, le Groupe **SONATRACH** possède ses propres laboratoires d'analyses. **SONATRACH** s'est ainsi doté de moyens humains et technologiques, à travers sa Division Laboratoires qui a été créée en 1973, son siège est sis à l'avenue du 1<sup>er</sup> novembre à BOUMERDES 35000-ALGERIE.

### I.2.1 Historique du CRD :

Depuis sa création en 1973, la direction du laboratoire des hydrocarbures a vécu plusieurs phases :

-Elle a d'abord bénéficié du patrimoine humain et matériel des laboratoires de la division hydrocarbures installée à Hydra et assurant un soutien scientifique dans le domaine de la recherche et de l'exploitation.

-En 1975, le laboratoire central des hydrocarbures a été transféré à BOUMERDES, et ses efforts ont portés sur l'installation et la mise en service des équipements, ce qui permet à la plupart des laboratoires d'être opérationnels en 1976-1977.



**Figure I. 2 :** Centre de recherche et de développement de Sonatrach -Boumerdes-

-Parallèlement, la DLCH hérité en 1976 de l'activité de surveillance géologique des forages auparavant assuré par ALCOR filiale SH, cependant le démarrage du laboratoire s'est effectué avec beaucoup de difficultés dues à diverses raisons techniques. Ainsi que l'insuffisance de l'encadrement scientifique et technique en nombre et qualité, du fait que les jeunes algériens rentrés de formation n'avaient ni l'expérience, ni parfois la spécialité demandée pour assurer une relève scientifique valable. Ce n'est qu'à partir de 1982 qu'un effort considérable a été investi :

- ✓ Sur le plan matériel : par l'acquisition d'équipement moderne et performant.
- ✓ Sur le plan humain : par la formation de poste de graduation.

-C'est ainsi que le laboratoire central est devenu depuis juillet 1987 Centre de Recherche et Développement (CRD), et devenu depuis décembre 2013 Division Technologique et Développement (DTD).

### **I.2.2 Mission de CRD:**

- La recherche scientifique et technique dans le cadre du développement des activités de l'amont pétrolier.
- La traduction des préoccupations de la Société concernant l'amont pétrolier, en cas de recherche susceptibles d'être érigée en projets ou programmes.
- L'initiation, le développement et la conduite des problèmes à caractère scientifique et technique, rencontrés par les structures opérationnelles de l'amont de pétrolier.

- La réalisation des études, synthèses, prestation d'analyse d'expérimentation se rapportant notamment aux besoins d'exploitation, de production de transport et de valorisation des hydrocarbures.
- L'introduction et le développement de nouvelles techniques, méthodes d'analyse et d'interprétation.
- Le soutien et l'assistance aux structures opérationnelles de SONATRACH et ses filiales, par la prise en charge de la résolution des problèmes rencontrés, à caractères scientifique technique
- La participation de l'optimisation des schémas de développement des gisements d'hydrocarbures et à l'amélioration de leur récupération
- La promotion de l'expertise, dans le domaine de l'amont pétrolier.
- La gestion de la Carothèque centrale ainsi que le suivi et la mise à jour du fichier national des carottes de forages pétroliers du domaine minier.

### I.2.3 Organigramme de DTD :

La division laboratoires est schématisée par l'organigramme suivant :

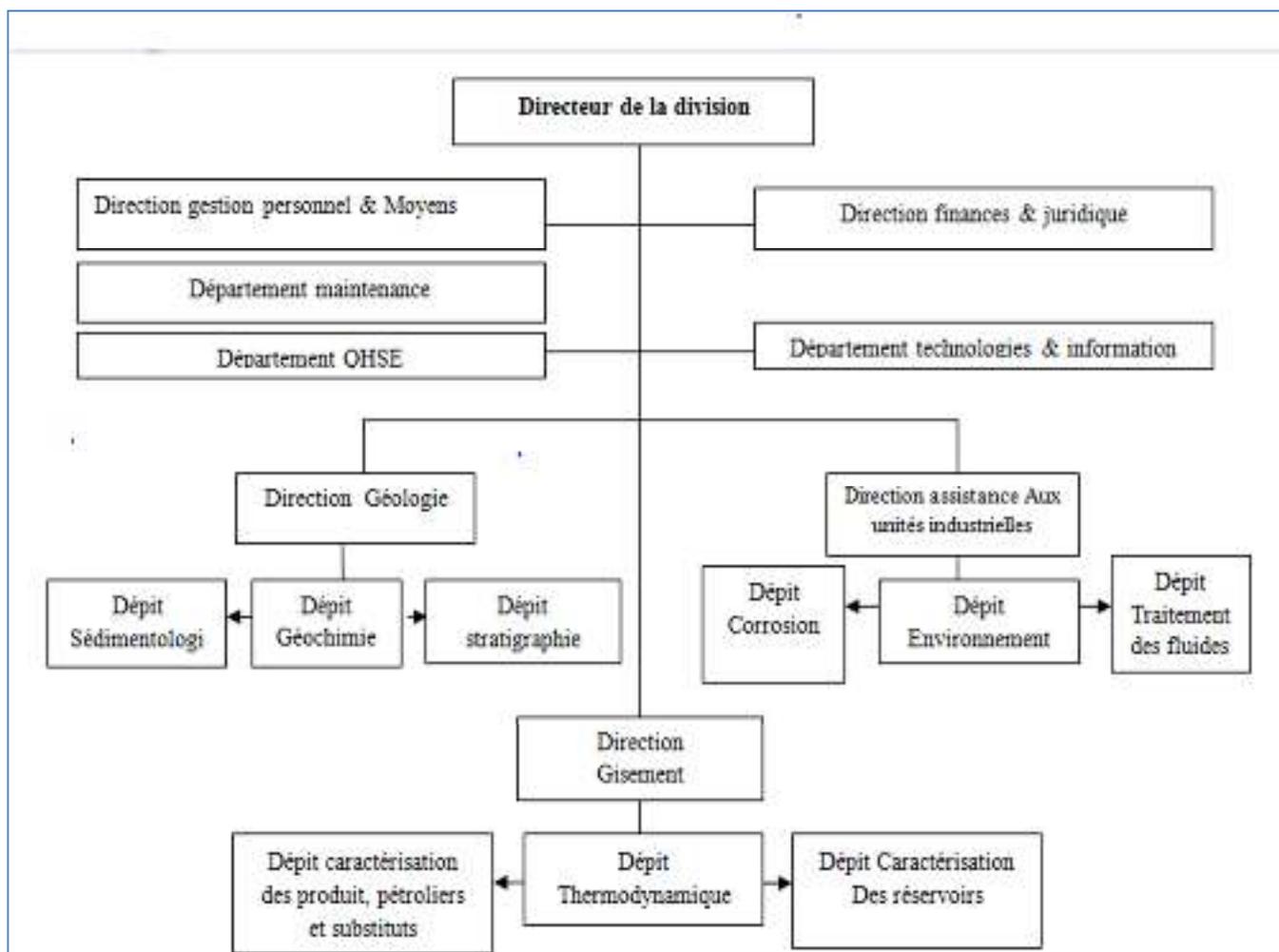


Figure I.3: organigramme de DTD

### I.3 Direction Géologie :

La direction géologie est chargée de réaliser tous les travaux de géologie de laboratoire nécessaires à l'étude d'un puit, d'un bassin ou d'une région, d'interpréter et de synthétiser les résultats obtenus dans le but de détecter les zones contenant des Hydrocarbures.

#### I.3.1 Département Géochimie :

« La géochimie est l'étude des éléments chimique constitutifs de l'écorce terrestre ». L'outil de géochimie est aujourd'hui incontournable pour la recherche pétrolière (Exploration et production).

Par la mise en place d'un arsenal analytique basé sur des concepts physico-chimiques, la géochimie permet d'estimer l'intérêt pétrolier de bassins ou de zones de même qu'elle donne la possibilité de concevoir une politique de développement de gisement d'hydrocarbures.

#### L'activité s'articule entre deux axes principaux :

- La recherche et l'étude de la matière organique (source d'hydrocarbure).
- L'investigation de son support inorganique (minérale).

#### I.3.2 Service géochimie organique

Les déterminations du carbone organique par pyrolyse (méthodologie Rock-Eval) et les analyses chromatographiques en phase gazeuse, sont effectuées pour l'étude géochimique de la matière organique dispersée dans les sédiments (Kérogène) et des hydrocarbures extraits des roches.

Tous les appareils de laboratoire de géochimie sont entièrement automatisés ou reliés à un ordinateur pour le traitement informatique des données.

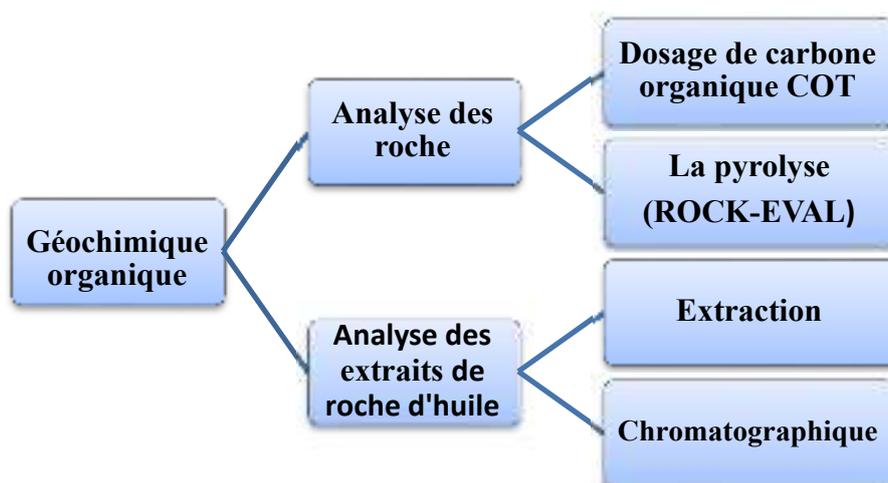


Figure I.4 : Débouchés de la géochimie organique

# GENERALITES SUR GIOCHIMIE

## Généralités sur géochimie

### II.1-La géochimie :

La géochimie est une science qui applique les principes de la chimie et explique les processus géologiques, passés et présents, qui affectent les enveloppes terrestres internes (noyau, manteau, grottes) et externes (océans, atmosphères, biosphères)

Le Glossary of Geology and Related science (1960), définit la géochimie comme la science qui traite de l'abondance absolue et relative des éléments et des isotopes sur la Terre entière, qui traite également de leurs distributions et de leurs migrations, en vue d'aboutir à des lois générales du comportement de la matière à l'échelle planétaire. [2]

#### II.1.1-La géochimie organique :

C'est la discipline qui étudie les substances organique dans les roches et tente de comprendre leur composition, leur origine, Leurs mécanismes de formation, leur mode de dépôt et de distribution ainsi que leur relation avec le monde minéral, (Durand, 2003).

La géochimie organique revêt une importance capitale dans la compréhension du processus de formation des hydrocarbures. Elle cible la roche susceptible de contenir des hydrocarbures, connue communément par la roche mère, pour les caractériser mieux notamment : l'origine, la maturité, le type et enfin, les potentialités. [3]

#### II.1.2-But de la géochimie organique :

Les buts principaux de la géochimie du pétrole sont de déterminer dans un bassin sédimentaire, les zones où les hydrocarbures ont pu se former et de détecter les voies de migration des fluides. La caractérisation des différentes huiles est aussi un des objets de ses études.[4]

### II.2- Le pétrole :

Le pétrole brut est un fluide constitué principalement d'hydrocarbures, il contient également des composés organique 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)

Le pétrole a pour origine la substance des êtres animaux ou végétaux, vivant à la surface du globe et particulièrement en milieu aquatique ainsi produite, se déposant au fond des mers et des lacs et incorporée aux sédiments. À mesure que ceux-ci sont enfouis, les constituants organiques se transforment, principalement sous l'action de la température, en hydrocarbures dont une partie vient progressivement se concentrer dans les pièges des réservoirs poreux. [5]

### II.2.1-Origine et formation de la matière organique :

Après la mort des organismes vivants, la majeure partie de leurs débris est réutilisée dans le cycle biologique du carbone organique, sauf une fraction très faible (environ 1%) qui s'accumule dans les sédiments. La dégradation de ces matières passe par plusieurs étapes d'évolution qui s'étendent sur des temps géologique variables. Les principaux organismes vivants qui sont à l'origine de la matière organique sont le phytoplancton, le zooplancton, les végétaux et les bactéries. Ces organismes sont constitués de lipides, de protéines et d'hydrates de carbone. La lignine fait partie également des constituants majeurs des végétaux supérieurs. Parmi ces constituants, ce sont les lipides et la lignine qui échappent le plus facilement au cycle biologique du carbone. [2]

### II.2.2 Le système pétrolier :

#### II.2.2.a Roches mères :

Les roches mères sont des sédiments renfermant de la matière organique ayant généré ou étant en mesure de générer des quantités commerciales d'hydrocarbures, simultanément, sous l'effet de la pression, les hydrocarbures formés sont progressivement expulsés, et on appelle ça la migration primaire.[5]

#### II.2.2.b Roches réservoirs :

Les roche réservoirs sont des roche sédimentaires, c'est-à-dire formées à partir des sédiments constitués en surface par des débris (minéraux, animaux au végétaux) au des précipitations chimiques, elles sont stratifiées en lits successifs. [5]

L'existence de réservoirs imprégnés d'hydrocarbures est signe d'un piège capable d'arrêtera la migration des hydrocarbures, il s'agit donc d'une zone limitée par une barrière située en amont du flux. Il existe trois types des pièges :

- ✓ **Pièges structuraux** : dus à une déformation de la roche, anticlinaux simple ou failles.
- ✓ **Pièges stratigraphique** : les pièges est dû à des variations de faciès, la roche devenant latéralement imperméable.
- ✓ **Pièges mixtes** : anticlinaux érodés, pièges associés aux dômes de sel. [5]

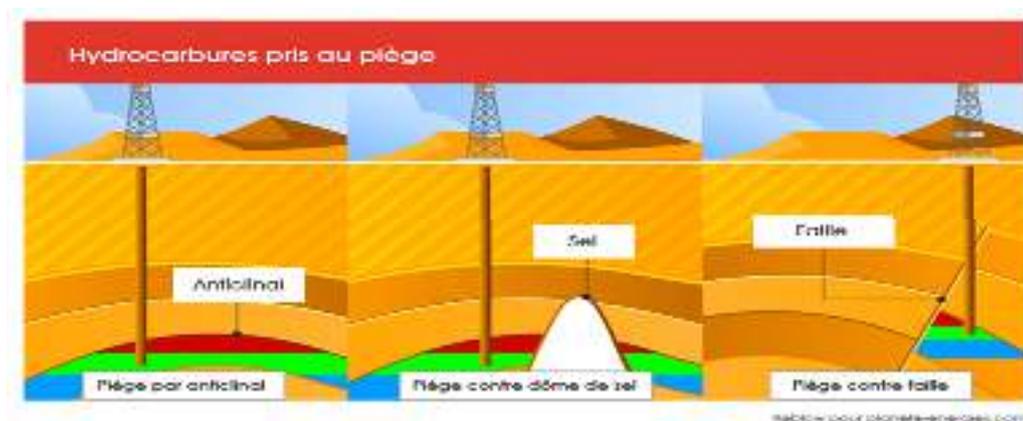


Figure II.1: Les principaux types de piège à pétrole

### II.2.2.c Roche couverture :

L'étanchéité du réservoir vers le haut est assurée par la présence d'une couche de roche imperméable appelée couverture (argile, sel anhydrite le plus souvent). [5]

### II.2.2.d Les gisements :

Un gisement pétrolier est constitué d'un ou plusieurs réservoirs rocheux souterrains contenant des hydrocarbures liquides et/ou gazeux. La roche réservoir est poreuse et perméable, la structure est limitée par des barrières imperméables qui piègent les hydrocarbures. [5]

## II.2.3 Evolution de la matière organique en pétrole et gaz :

La matière organique préservée subit un long processus de dégradation biochimique, thermique et thermodynamique pour évoluer en kérogène. Ce processus est dû essentiellement à l'augmentation de la température et de la pression, provoquée par l'enfouissement des sédiments. [6]

L'évolution de la matière organique comprend trois étapes il s'agit de :

- **I.2.3.a La diagenèse (immature) :** C'est la première phase où l'action biochimique est dominante. Durant cette phase, la matière organique perd ses fonctions oxygènes et azotée pour produire le kérogène, et le gaz biogénique. Cette phase intervient à faibles profondeurs et à des températures ne dépassant pas les 60°C. [7]
- **I.2.3.b La catagenèse (zone de formation de d'huile) :** Se produisant à des plus grandes profondeurs, l'action biochimique s'arrête avec l'augmentation de la température (60°C à 120°C) et de la pression. Ces conditions causent un craquage thermique du kérogène qui commence alors à sa transformation en huile. Durant les phases avancées de la catagenèse, le kérogène se transforme en gaz humide par condensation. [7]
- **I.2.3.c La métagénèse (zone de formation de gaze) :** C'est la phase ultime de transformation de la matière organique sédimentaire. Il s'agit du craquage thermique du kérogène à haute température. Les résidus solides commencent à prendre une structure graphique. La métagénèse a lieu à des températures supérieures à 150°C. Néanmoins le méthane contenu dans les réservoirs pétroliers ne vient pas uniquement du craquage du kérogène. L'huile en place peut générer du gaz par craquage secondaire si elle est portée à une température suffisante [8].

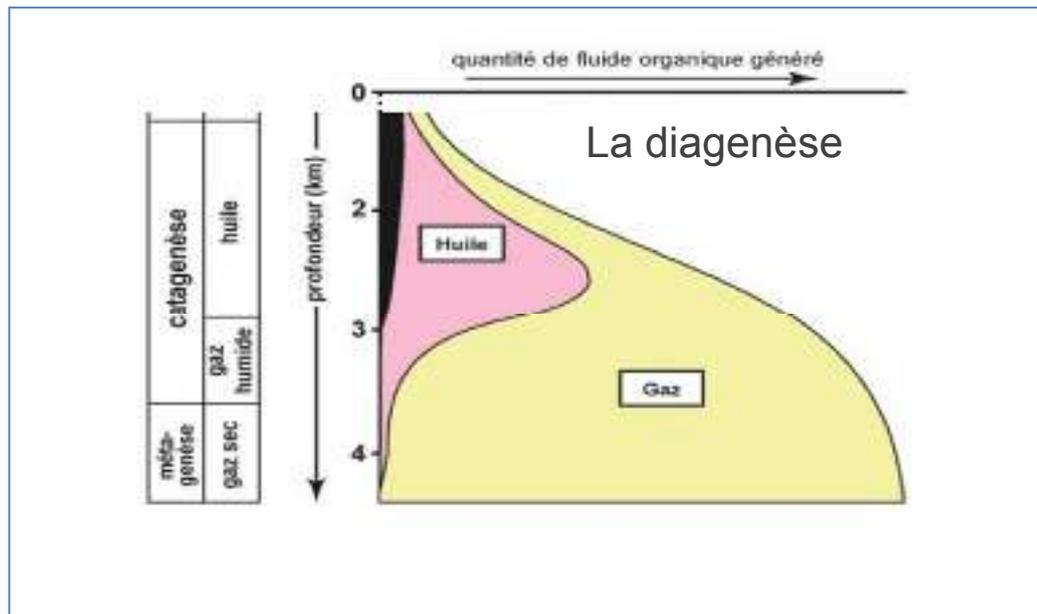


Figure II.2 : transformation de la matière organique

## II.2.4 Caractérisation et classification des kérogènes :

Plusieurs techniques physico-chimiques sont utilisées pour caractériser les kérogènes. L'analyse élémentaire étant la plus simple, elle est utilisée pour déterminer les teneurs en carbone, hydrogène, azote et soufre du kérogène. C'est l'outil qui permet d'établir le diagramme de Van Krevelen qui représente l'origine et l'évolution des kérogènes issus de différentes matières organiques. Nous distinguons trois principaux types de kérogène selon son origine. [8]

### II.2.4.a kérogène Type I :

Ces kérogènes dérivent d'algues et bactéries et sont d'origine lacustre. Ils sont caractérisés par un rapport H/C élevé ( $\sim 1,5$ ) et un rapport O/C faible ( $\sim 0,1$ ). Ils contiennent principalement des chaînes hydrocarbonées et peu de structures cycliques et aromatiques [8]

### II.2.4.b kérogènes Type II :

L'origine de ces kérogènes est la biomasse planctonique marine. Le rapport H/C est de l'ordre de 1,3 et le rapport O/C ( $\sim 0,15$ ). Les chaînes alkyles linéaires sont moins longues et la présence de structures cycliques et aromatiques est plus importante que dans le type I. [8]

### II.2.4.c kérogène Type III :

Ces kérogènes ont une origine végétale terrestre. Les rapports H/C et O/C sont de l'ordre de (0,1-0,9) et (0,3-0,4) respectivement. Ils contiennent des structures aromatiques et donnent du gaz à grande profondeur. [8]

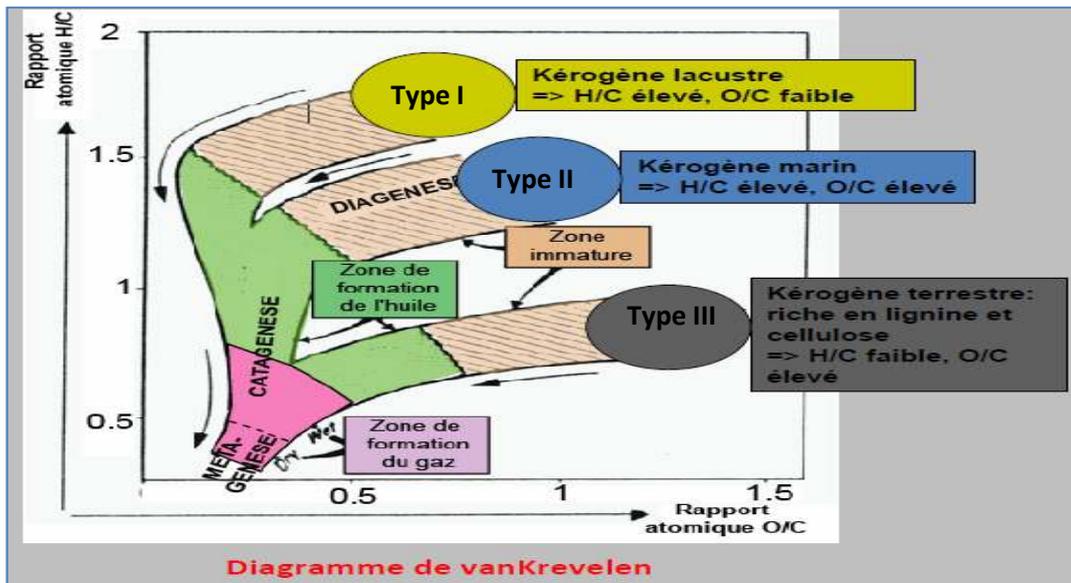


Figure II.3 : diagramme de Van Krevelen

## II.2.5 Les composés pétroliers :

Les pétroles bruts sont constitués de différentes familles des composés dont la composition chimique varie énormément selon leur origine géographique et géologique. Les hydrocarbures constituent la fraction la plus importante d'un brut pétrolier, ils représentent entre 65 et 95% de la plupart des pétroles, ET peuvent être classés en quatre familles principales qui sont présentes en proportion variables selon l'origine : les hydrocarbures saturés (30 à 70%) les hydrocarbures aromatique et poly aromatique (20 à 40 %), les composés polaires (5 à 25%) et les asphaltènes (0 à 10%). [9]

### II.2.5.a les hydrocarbures saturés

Composés formés d'atomes de carbone et d'hydrogène reliés uniquement par une liaison simple. Parmi lesquels on distingue :

#### ❖ Les alcanes linéaires (n-alcanes, $C_nH_{2n+2}$ )

Dont la longueur de chaîne varie de 7 à 40 atomes de carbone, constituent une des classes les plus abondantes (10 à 40% des hydrocarbures totaux d'une bru pétrolier).[9]

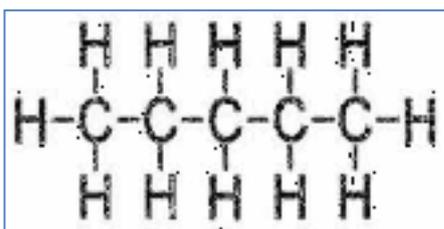


Figure II.4 : Chaines linéaires n-alcanes

### ❖ Les alcanes ramifiés

Les plus abondants sont les iso-alcanes (groupement méthyle en position 2), les autres composés ramifiés antéiso (groupement méthyle en position 3) ou poly ramifiés tels que les iso paranoïdes (exemple : pristan, phytane) sont beaucoup moins nombreux. Ces composés se trouvent dans le pétrole brut dans des proportions égales à celles des n-alcanes. Par contre le brut d'origine fossile ne contient en général pas d'alcènes. [9]

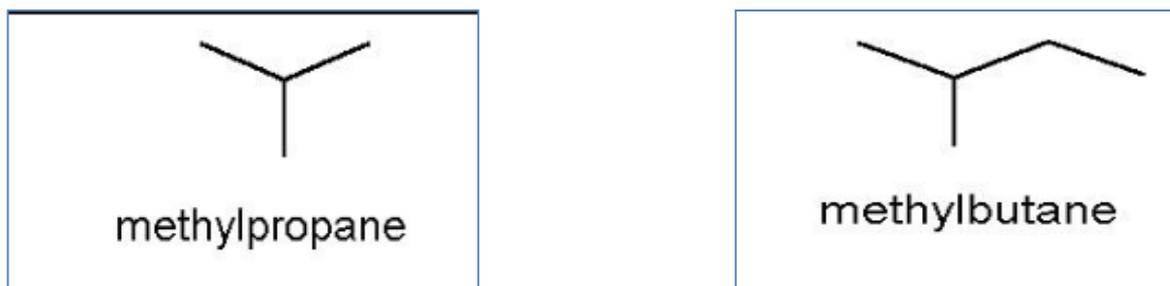


Figure II.5 : chaîne ramifiées : iso-alcanes

### ❖ Les cycloalcanes

Renferment des composés cycliques (à 5 ou 6 atomes de carbone) saturés et le plus souvent substitués. Quelque dérivé polycyclique est caractéristique d'un pétrole brut. Cette famille peut représenter entre 30 et 50% des hydrocarbures totaux d'un pétrole brut. [9]

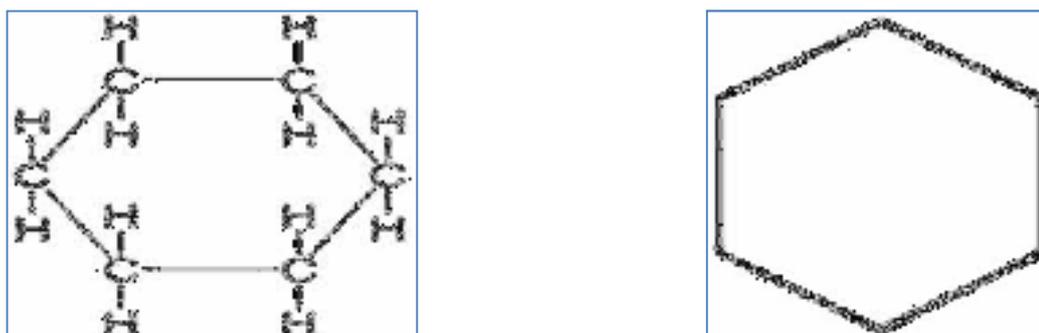
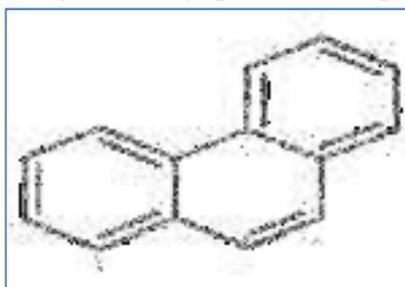


Figure II.6: cycles / cyclo-alcanes

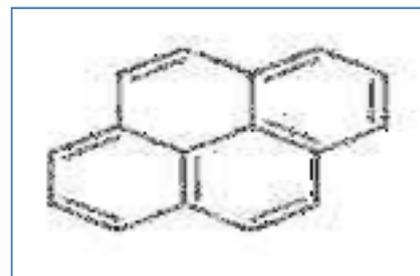
### II.2.5.b Les hydrocarbures aromatiques :

Plusieurs familles d'hydrocarbures aromatiques et poly-aromatiques dont le nombre de noyaux varie de 2 à 6 sont présentes dans les pétroles bruts. Ces composés sont dominés par des composés mono-, et tri-aromatique. En général, les hydrocarbures aromatique sont moins abondants que les alcanes, et ne représentent que 10 à 30% des hydrocarbures totaux d'un brut pétrolier. Les composés alkyles sont, la plupart du temps, plus abondants que les molécules parentales dont ils

dérivent. Certains cycles aromatiques peuvent être associés à des noyaux (cycle à 5 ou à 6 atomes de carbone) saturés (naphtéoaromatiques)[9]



Phénanthrène



Pyrène

**Figure II .7 :** les hydrocarbures aromatiques

### II.2.5.c Les Résines

Cette fraction correspond à des molécules hétérocycliques, telles que :

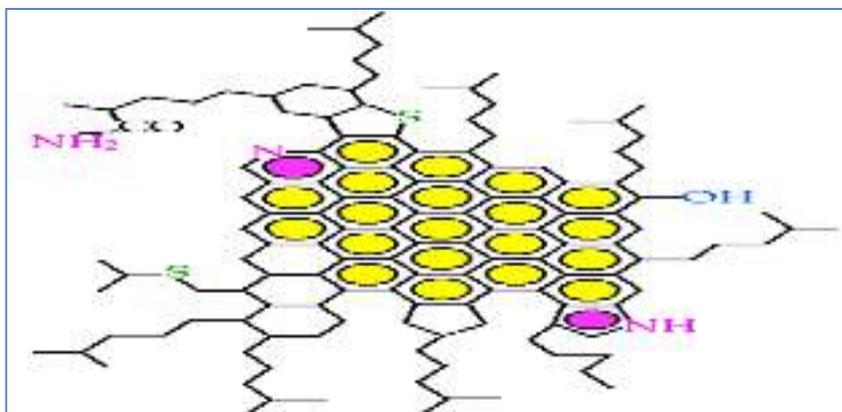
- Des composés oxygénés : phénols, acides, carboxyliques, alcools, aldéhydes, .....
- Des composés soufrés : mercaptans, sulfures, disulfures, .....
- Des composés azotés : pyridines, quinoléines, .....

Les dérivés soufrés sont dans la plupart des cas plus abondants que les composés oxygénés ou azotés [9]

### II.2.5.d Les Asphaltènes :

Les asphaltènes correspondent à une classe de composés de haut poids moléculaire, insolubles dans le pentane ou l'hexane. La structure de ces composés est mal connue du fait, d'une part de leur composition chimique complexe (à base de cycles aromatique condensés, de naphtéoaromatiques, de ramification et d'hétéroatomes (soufre, l'azote, l'oxygène), d'autre part de méthodes analytique difficilement utilisables.

Les métaux sont également présents mais à l'état de traces .Les plus abondants sont le vanadium et le nickel, mais du fer, du sodium, du cuivre et de l'uranium ont été également détectés. [9]



**Figure II.8 :** Les asphaltènes

### II.2.7 Le bassin d'Oued Mya :

Le bassin Oued Mya est situé dans la partie Nord du Sahara Algérien et plus précisément dans la province centrale, dont la ville d'Ouargla indique presque le centre. D'une superficie approximative de 200.000 Km<sup>2</sup>, le bassin est localisé entre les latitudes 23°-30° N et longitudes 2°-6°E. il est limité, ou Nord par la zone haut de Djemmaa-Touggourt, au Nord-Ouest, par le mole de Talemzane-Hassi R'mel et au sud-est, par le mole de Hassi-Messoud [11]

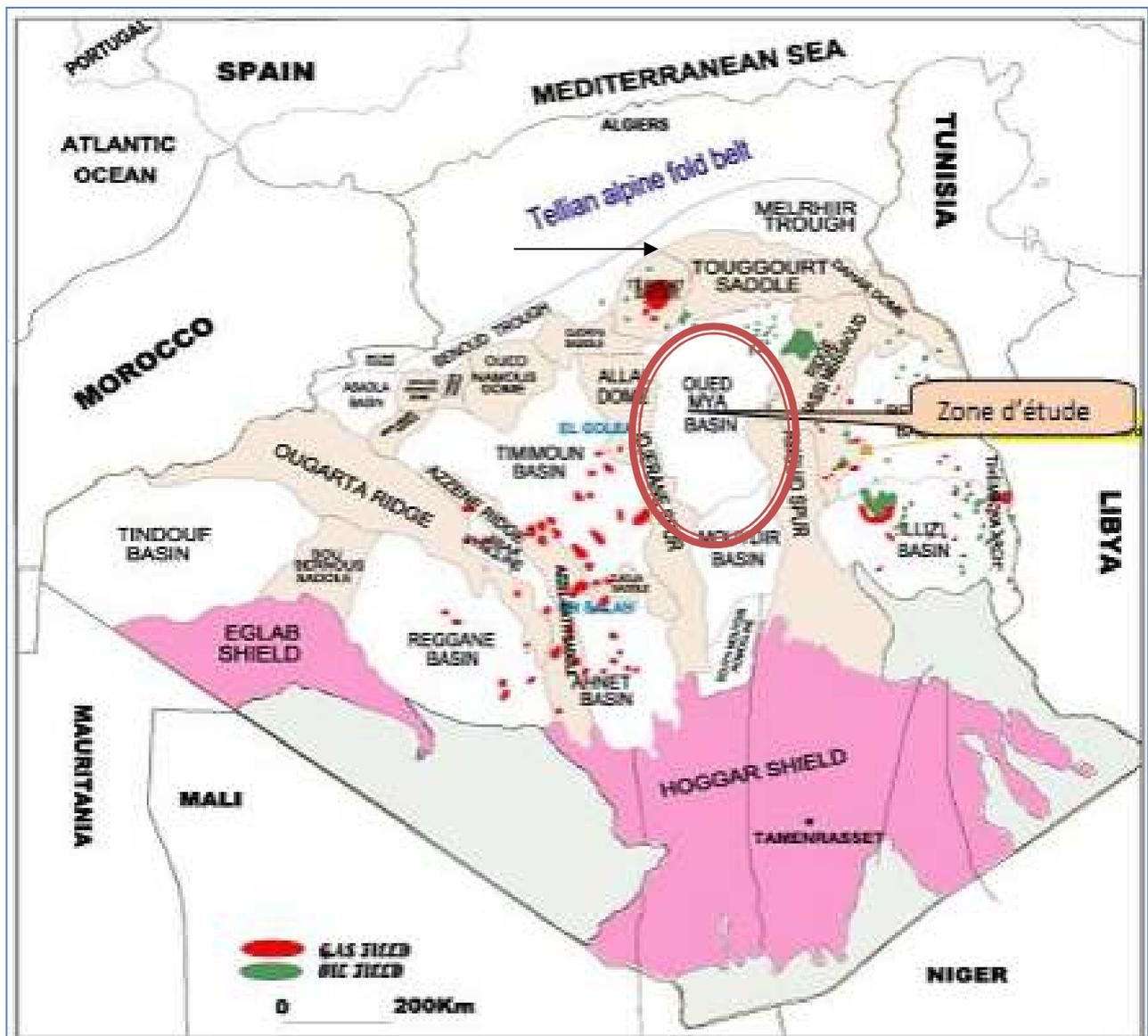


Figure II 9: Cadre géologique du bassin d'Oued Mya (Sonatrach)

# METHODES D ANALYSES

### III. Introduction

L'étude géochimique fait appel à plusieurs méthodes d'analyse. Selon la nature de l'échantillon à étudier on peut citer : le dosage du carbone minéral et organique ; et la pyrolyse. Ces deux techniques permettent l'analyse des échantillons de la matière organique. Afin de caractériser les extraits de cette matière organique et ses huiles, la géochimie fait appel aussi à des techniques d'analyses très avancées à savoir : Chromatographie sur couches minces, Chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire(CPGC) et la chromatographie en phase gazeuse capillaire combinée à la spectrométrie de masse (GC/MS).

### III.2 Analyse des échantillons des roches mères

#### III.2.1 Préparation des échantillons

La préparation des échantillons est une opération qui passe par les étapes suivantes :

- **Nettoyage** : à l'aide d'une brosse on élimine ou on enlève les poussières accumulées sur les parois de la carotte.
- **Tamissage** : sélectionner les grains de déblais de granulométrie inférieure à 3 ou 4mm de diamètre.
- **Lavage** : l'échantillon subit deux types de lavage :
  - Lavage à l'eau pour éliminer les polluants solubles de la boue
  - Lavage à dichlorométhane pour éliminer toute trace de contamination.



**Figure III.1** : lavage à l'eau & DCM

- **Concassage et Broyage** : après séchage à l'air libre de l'échantillon, ce dernier suivi d'un broyage



**Figure III.2 :** Un échantillon concassé et broyé.



**Figure III.3 :** l'échantillon préparé

### **III.2.2 Dosage du carbone :**

La richesse de la matière organique est estimée en mesurant la teneur en carbone organique totale (COT) contenu dans la roche.

#### **III.2.2.a Mode d'opérateur :**

La procédure commence d'abord par l'élimination de la fraction de carbone minérale, on pèse 400 g de l'échantillon après on applique l'attaque à froid avec l'acide chlorhydrique (HCl) 2N pendant six heures pour éliminer le carbone de calcium, ensuite on chauffe la solution jusqu'à la température d'ébullition pour éliminer la dolomite ((Ca Mg CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), puis on neutralise la solution par NaOH (1.33N) pour revenir au milieu neutre.



**Figure III.4 :** Doseur de carbone (ELTRA CS 2000)

Après l'élimination du carbone minéral, le résidu obtenu sera filtré et séché dans l'étuve puis soumis à une combustion à 1200°C dans le four à induction sous flux d'oxygène, le COT est en (%) et calculé en fonction de la quantité de CO<sub>2</sub> et CO libérés par l'échantillon qui est mesurée par le cathétomètre.

Les résultats sont exprimés en pourcentage de carbone organique total par rapport à la prise d'essai. Une classification a été établie montrant la richesse des roches-mères en % COT.

**Tableau III.1 : la qualité des roches en fonction du pourcentage du COT [3]**

Qualité de la roche	% de carbone organique total (%COT)	
	Roche argileuse	Roche carbonatée
Pauvre	0-0.5	0-0.12
Assez bon	0.5-1.0	0.12-0.25
Bon	1.0-2.0	0.25-1.0
Très bon	2.0-4.0	0.5-1.0
Excellent	>4.0	>1.0

Le COT est un critère important dans la caractérisation d'une roche mère. Il n'est pas suffisant car il ne donne aucune information sur le degré de maturation de la roche mère, le type de la matière organique, son origine ainsi que ses potentialités pétrolières.

Il convient de signaler que la norme ISO10694 :1995F avec le mode opératoire MO-GEO-G1\* est utilisée au CRD pour le dosage de carbone total (COT)

### III.2.3 Pyrolyse « ROK-EVAL »

Après avoir déterminé le pourcentage de la matière organique dans notre sédiment, il est nécessaire de faire la pyrolyse dans l'objectif de déterminer :

- Le type et la nature de la matière organique à partir d'une simulation, en temps très court, de sa dégradation thermique.
- Les potentialités pétrolières d'une roche mère et sa maturation.

Le principe de la pyrolyse Rock-Eval consiste à craquer le kérogène sous une atmosphère où les effluents sont quantifiés en fonction de cette dernière. Le procédé est complété par une combustion (oxydation) de la roche résiduelle récupérée après pyrolyse.

Donc la pyrolyse se réalise dans deux fours différents en deux temps :

- Dans le four à pyrolyse sous atmosphère inerte, le détecteur à ionisation de flamme (FID) analyse en continu les effluents des hydrocarbures dégagés et la cellule infrarouge (IR) pour l'analyse des gazes CO et CO<sub>2</sub> libérés pendant le craquage du kérogène et la décomposition des carbonates.
- Dans le four à oxydation sous atmosphère oxydant, le résidu de la pyrolyse est entièrement transformé en CO et CO<sub>2</sub> qui sont analysés par la cellule infrarouge en continu.



Figure III.5 : Pyrolyse Rock- Eval 6

### III.2.3.a. Les paramètres mesurés de pyrolyse

Les paramètres géochimiques sont donnés automatiquement par des courbes de variation de la quantité de matière en fonction de temps. Tel que :

- ✓ **S1** : Quantité d'hydrocarbures libres dans la roche à température modérée 250°C (en mg d'HC/gde roche)
- ✓ **S2** : Quantité d'hydrocarbures libérée pendant la pyrolyse du kérogène à température supérieure à la première 300°C jusqu'à 600°C (en mg HC/ g de roche)
- ✓ **S3** : Quantité de CO<sub>2</sub> libéré pendant la pyrolyse à température < 400°C (en mg de CO<sub>2</sub> /g de roche)
- ✓ **T max** : est la température, exprimée en °C, atteinte empiriquement au sommet du pic S2 et correspond à la production maximum des hydrocarbures. Elle varie en fonction de la nature de la matière organique et constitue un indicateur de degré de maturité de cette dernière.

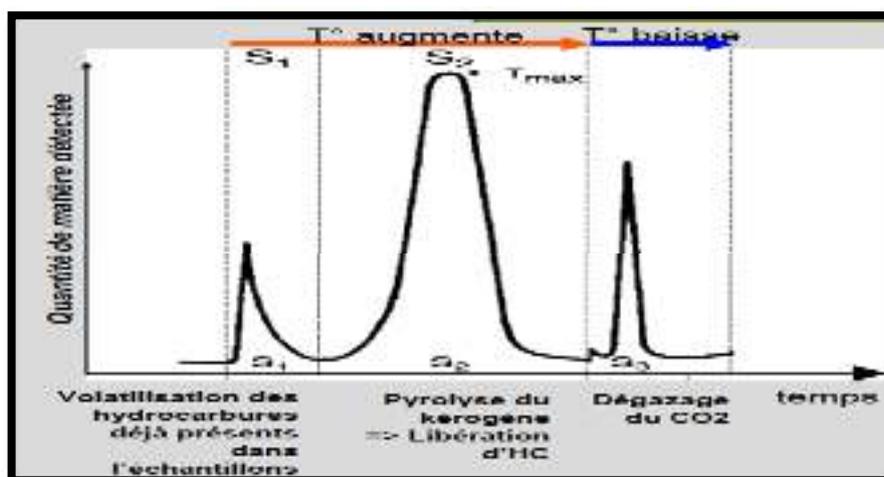


Figure III.6 : Les trois pics de pyrolyse

**Tableau III.2** : Classification des roches mères en fonction du potentiel S2 [3]

Paramètre Géochimique	Intervalle des valeurs mg HC/ g de roche	Qualité de la roche
S2 mg HC/g Roche	S2<2	pauvre
	2≤S2≤5	moyenne
	S2>5	Bonne

### III.2.3.b Les paramètres calculés

A partir des données S1, S2 et S3 et des teneurs en carbone organique, on peut calculer les paramètres suivants :

**Indice d'hydrogène IH** : C'est la quantité des hydrocarbures, exprimée en mg HC/g COT, dégagées durant la pyrolyse reportée au COT, il a la même signification que le rapport H/C de la composition chimique élémentaire de la matière organique dans le diagramme de Van Krevelen [3]

$$\text{IH} = \text{S2} * 100 / \text{COT} \quad (1)$$

**Indice d'oxygène IO** : Il caractérise la richesse de la matière organique en oxygène exprimée en mgCO<sub>2</sub>/g COT. Il correspond à la quantité de CO<sub>2</sub> libérée lors de la pyrolyse reportée au COT.[2]

$$\text{IO} = \text{S3} * 100 / \text{COT} \quad (2)$$

Il est variable, est sa combinaison avec l'indice d'hydrogène dans un diagramme IH/IO, comparable à celui de Van Krevelen, permet la détermination de l'origine de la matière organique. [2]

**Indice de production IP** : Représente le taux de production des hydrocarbures (huile et gaze) au cours de l'évolution de la roche mère sans migration en fonction de la profondeur. Il correspond aux hydrocarbures libres reportés à la totalité des hydrocarbures [3]

$$\text{IP} = \text{S1} / (\text{S1} + \text{S2}) \quad (3)$$

**Potentiel pétrolier PP** : Permet la détermination de la qualité de la roche en fonction de la teneur de son potentiel pétrolier [3]

$$\text{PP} = \text{S1} + \text{S2} \quad (4)$$

L'ensemble des paramètres sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau III.3** : l'ensemble des paramètres obtenu grâce à la pyrolyse et leur interprétation [2]

Paramètre	Notation	Intervalle des valeurs	Qualité de roche mère
Indice d'hydrogène	ICH	>600 mg HC /g COT	Type I
		150-600 mg HC /g COT	Type II
		<150 mg HC /g COT	Type III
Indice d'oxygène	IO	<50 mg CO <sub>2</sub> /g COT	Type I
		50-100mg CO <sub>2</sub> /g COT	Type II
		>100 mg CO <sub>2</sub> /g COT	Type III
Potential pétrolier	PP	<0.5	Très faible
		0.51-2	Faible
		2.01-5	Moyenne
		5.01-20	Bonne
		>20	Excellente
Température	T max	T<435°C	Immature
		435<T<465°C	Zone de formation de pétrole
		T>465°C	Zone de formation de gaz sec.

La combinaison des paramètres de pyrolyse IH et IO dans le diagramme de « Van-Krevelen » permet de classer les roches mères selon leur type et leur état de maturation [3]

### III.3. Analyse extraits de matière organique et des huiles :

#### III.3.1 Extraction de la matière organique soluble des roches mères

Le but de cette technique est d'extraire et de déterminer le pourcentage de la matière organique présente dans la roche-mère à l'aide d'un solvant organique volatil. Cette opération est généralement pratiquée sur des échantillons de carotte ou de cuttings ayant une valeur élevée de COT > 0.5% et S1 et S2 > 0.2mg HC/g COT. [2]



**Figure III.7** : Extraction par soxhlet

### III.3.1.a Mode d'opérateur :

On pèse une certaine quantité de l'échantillon que l'on met dans une cartouche (Durieux) portant le nom du puits et la cote de l'échantillon. On introduit la cartouche dans un « Soxhlet » que l'on place entre un réfrigérant, où circule de l'eau, et un ballon en verre rempli à  $\frac{3}{4}$  en volume de Dichlorométhane (DCM) qui sert de solvant. A l'aide d'un chauffe ballon porté à une température de 70°C, l'extraction de la matière organique s'effectue par dissolution dans le (DCM). La durée de l'extraction est en moyenne de 72 heures. L'extraction est terminée lorsque le (DCM) devient incolore dans le Soxhlet.

La matière organique est récupérée par évaporation au « Rotavapor » dans une fiole jaugée de 10cc. On prélève 1cc de cet extrait qu'on versera dans une nacelle propre pesée à vide auparavant afin de déterminer le pourcentage de cette matière organique.

Le poids de la matière organique est alors déterminé après élimination de toutes traces de solvant.[2]

$$\text{MOE}\% = (\text{Pm} \times 100) / \text{px}$$

(5)

Avec

**P x** : le poids de la roche broyée contenu dans la cartouche en grammes

**Pm** : le poids d' (1cc x 10) de la matière organique.

**MOE** : Matière Organique Extraite

### III.3.2 La méthode chromatographique :

La chromatographie est une **méthode physique de séparation**, basée sur les différentes affinités d'un ou plusieurs composés à l'égard de deux phases (stationnaire et mobile).

L'échantillon est entraîné par la phase mobile au travers de la phase stationnaire qui a tendance à retenir plus ou moins les composés de l'échantillon à l'aide de différentes interactions. L'échantillon est **adsorbé** puis dé-adsorbé sur la **phase stationnaire**, où il est plus ou moins **soluble** dans la **phase mobile**. [11]

#### III.3.2.A. Chromatographie sur couche mince :

La chromatographie sur couche mince est la plus simple des méthodes chromatographiques. Le principe et l'objectif de cette méthode dans le laboratoire de géochimie organique est de déterminer le pourcentage de compositions par familles d'hydrocarbures.

Cette technique est pratique sur un appareil spécifique (IATROSCANMK-6 TLC/FID), dans cet appareil les plaques en verre sont remplacées par des chromarodes recouvertes par une couche mince de gel de silice (Si O<sub>2</sub>) qui a été activé à 110°C pendant plusieurs heures (minimum 12 heures).

La détection se fait grâce à un détecteur à ionisation de flamme (FID), l'extrait de la matière organique ou l'huile est solubilisé dans un solvant de DCM.



**Figure III.9:** la chromatographie des et les cuvettes de TLC

Pour avoir une meilleure séparation des différentes fractions on doit suivre les étapes suivantes :

- ✓ Saturation des tiges dans une cuvette contenant un mélange de 35% d'acide sulfurique et 65% d'eau distillé, pendant 10minutes.
- ✓ Elution des hydrocarbures saturés dans une cuvette contenant 50ml de n-Hexane, on laisse migrer jusqu'à une hauteur de 9 cm, pendant 15minutes.
- ✓ Les hydrocarbures aromatique sont élus ensuite dans une cuvette contenant 50ml d'un mélange 80% n-Hexane et 20% Toluène jusqu'à une hauteur de 5cm, pendant 10 minutes.
- ✓ Les résines sont élues ensuite dans une cuvette contenant 50ml d'un mélange 95%DCM 5% de Méthanol jusqu'à une hauteur de 2.5cm, pendant 10 minutes.

On obtient finalement, un chromatographe sur l'ordinateur après traitement par un logiciel informatique, qui permet l'intégration des pics et l'obtention des pourcentages massique des différentes familles d'hydrocarbures



**Figure III.10 :** chromatographie sur couche mince (IatrosanMK6)

### III.3.2.b. La chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (CPGC) :

La chromatographie en phase gazeuse est une méthode physico-chimique de séparation applicable aux composants gazeux susceptibles d'être volatilisés par élévation de la température. [12]

Le domaine d'application : pétrochimique, environnement, industrie pharmaceutique...



**Figure III.10** : chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (Perkin Elmer Clarus 500)

#### ➤ **Principe et Appareillage de CPGC :**

L'appareil de la chromatographie en phase gazeuse est constitué de trois modules représentés ci-dessous :

**L'injecteur** : L'injecteur est une zone chauffée et évaporée où l'échantillon est introduit en solution au moyen d'une seringue puis vaporisé et mélangé au gaz vecteur, classiquement de hélium, son rôle est de transporter les analyses depuis l'injecteur jusqu'au détecteur,

**Le four et la colonne capillaire** : Le rôle de ce four est d'élever la température de la colonne capillaire pour faciliter la séparation.

La colonne capillaire est constituée d'un tube de silice (phase stationnaire). Dans cette colonne les échantillons seront détachés les uns des autres en fonction de leur affinité avec la phase stationnaire,

**Le détecteur FID** : La détection par FID (Flame Ionisation Détection ou détection par ionisation de flamme) est la plus couramment utilisée, qui va permettre de détecter les solutés en sortie de la colonne après séparation en CPGC.

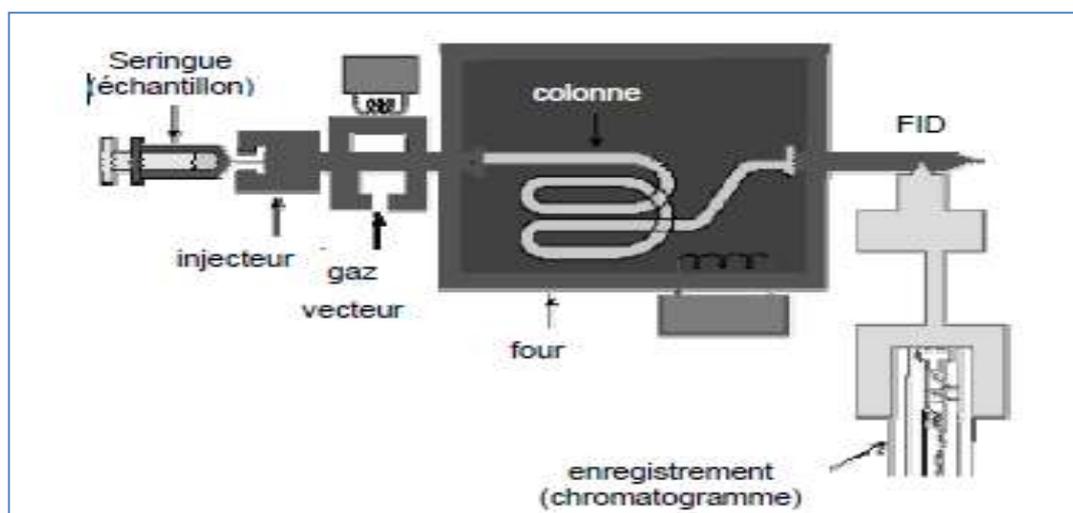


Figure III.11 : Schéma d'une CPGC

❖ **Les paramètres géochimiques issus de la chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (CPGC) :**

✓ **Le rapport Pr/Ph :**

Le pristane et le phytane est facilement mesurable en utilisant la CPGC, leur abondance relative, mesurée par le rapport Pr/Ph, est utilisée comme indicateur de l'environnement de dépôt. l'interprétation regroupée dans le tableau ci-dessous est recommandée.[6]

**Tableau III.4 : La variation du milieu de dépôt selon les rapports Pr/Ph.[4]**

Pr/Ph	Milieu de dépôt
<1	Hyper-réducteur
1-3	Relativement réducteur
3-4.5	Réducteur/ Oxydant
>4.5	Relativement oxydant

### III.3.2.C. La chromatographie en phase capillaire combinée à la spectrométrie de masse (GC/MS)

Le couplage de la chromatographie en phase gazeuse à la spectrométrie de masse (GC-MS) est la première association réussie d'une méthode chromatographique à la spectrométrie de masse. On trouve ces instruments dans la plupart des laboratoires d'analyse organique, car ils sont devenus plus compacts et moins onéreux. Étant totalement sous contrôle informatique, le couplage GC-MS est simple à mettre en œuvre. [13]



**Figure III.12 :** chromatographie en phase gazeuse couplée à Le spectromètre de masse GC/MS

Après une séparation par colonne de chromatographie, les molécules entraînées par le gaz vecteur pénètrent dans l'analyse de masse.

➤ **Principe général et Appareillage d'un spectromètre de masse**

Il est constitué de 3 grandes parties :

**Une source d'ionisation :** où elles sont bombardées par un faisceau d'électrons, le plus souvent d'une énergie de 70v. Les molécules acquièrent un excédent d'énergie et une charge en devenant des ions [13]

**Un analyseur :** le rôle de l'analyseur de masse est de trier ces fragments en fonction de leur masse et de la charge qu'ils portent.

**Un détecteur FID.**

Le spectre de masse est un diagramme présentant sur l'axe horizontal le rapport masse sur charge ( $m/z$ ) des fragments et sur l'axe vertical l'intensité du signal [2].

# LES RESULTATS

Le travail géochimique établi dans ce rapport, concerne des échantillons de carottes récupérées de site Oued Mya.

Cette série d'analyse porte sur 5 échantillons de sondage F(x).

#### IV-1. Méthodologie :

La méthodologie suivie pour une meilleure caractérisation de la matière organique silurienne consiste :

- ✓ Le dosage du carbone organique total (COT) de l'ensemble des échantillons prélevés
- ✓ La pyrolyse Rock-Eval
- ✓ Extraction de la matière organique par Soxhlet
- ✓ Chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire (CPGC)
- ✓ Chromatographie sur couches minces CCM

Espitalié et al (1985) ont établi des critères pour la sélection des échantillons géochimiques bruts, à savoir [15]

- ✓ si S1 et S2 > 0,2
- ✓ si COT > 0,5

#### IV-2 Interprétation des résultats des analyses géochimiques de la matière organique :

Cinq échantillons ont été évalués dans ce puits dont l'intervalle prélevé s'étend de 2796,82m à 2447,54m, les résultats sont représentés dans le tableau suivant

**Tableau IV.1 :** Résultats des analyses La pyrolyse Rock Eval et dosage COT des puits (X1, X2, X3, X4 et X5).

N°	Nom de l'échantillon	Nature de L'échantillon	Profondeurs (cote)	COT (%)	S1	S2	S3	IH	IO	PP	IP	T max
1	X1	Carottes	2447.54	0.37	0.02	0.14	0.12	389	59	0.20	0.12	430
2	X2		2781.44	0.90	2.18	45.20	0.48	470	75	47.0	0.04	437
3	X3		2781.75	3.20	3.45	67.50	0.60	380	82	71.0	0.05	438
4	X4		2783.66	0.74	1.48	11.10	0.27	460	88	13	0.12	440
5	X5		2796.82	4.93	1.76	13.60	0.40	535	67	15.0	0.11	440

#### ❖ Pour le dosage du carbone organique totale COT :

Dans ce tableau on constate que valeur de COT pour le premier échantillon (X1) est faible (0.37%) cela s'explique que la roche est pauvre en matière organique.

Cependant, on obtient des valeurs bonnes et moyennes en COT allant de 0.74% à 4.93%. Ce qui démontre que la roche contient une quantité importante de la matière organique, et que ces échantillons sont de très bonne qualité.

❖ **Pour La pyrolyse Rock-Eval effectuée sur les cinq échantillons (05) affiché :**

**Les valeurs de S1 :**

La valeur de (X1) est faible et de l'ordre de (0.02mg HC/G de roche), démontrant par conséquence la présence d'hydrocarbures libres en quantité très faible.

Par contre les valeurs des échantillons (X2....X5) allant de 1.48 à 3.45 mg C/g de roche, démontrant par conséquence, la présence d'hydrocarbures libres en quantités intéressantes.

**Les valeurs de S2 :**

La premier valeur de (X1) et toujours faible (0.14mg HC/g de roche) du à la pauvreté en matière organique.

D'autre part, les valeurs des échantillons (X2....X5) varient entre 11.10 et 67.50 mg HC/g de roche, et cela est du à la richesse de la roche en matière organique.

**Les valeurs de T max :**

**Tableau IV.2 :** Interprétation de résultats de T max

Nom de l'échantillon	Notion	Intervalle des valeurs	Estimation qualitative
X1	T max	430<435°C	immature (La diagenèse)
X2.X3.X4.X5		435<435 ; 438 ; 440 ; 440>465	Zone de formation d'huile ou pétrole (La catagenèse)

**Les indices d'hydrogène et d'Oxygène :**

**Tableau IV.3 :** Interprétation de résultats d'IH et d'IO

	Nom de l'échantillon	Les index d'hydrogène	Type de la roche
IH	X1.X2. X3. X4 X5.	150< 380 à 535 >600 mg HC/g COT	Kérogène type II
IO	X1. X2. X3. X4. X5	50<67 à 88 <100 mg HC/g COT	Kérogène type II

Après l'intégration de l'indice d'oxygène et d'hydrogène on peut considérer tous les échantillons sont issus d'une matière organique de type marin [3].

**Potentiel pétrolier PP :**

La valeur de (X1) est faible et de l'ordre de (0.2mg HC/G de roche), démontrant que la qualité de cette roche est très faible.

Par contre les valeurs des échantillons (X2....X5) allant de 13 à 71 mg C/g de roche, démontrant que la qualité de la roche est bonne et excellent

**III-3 Extraction de la matière organique :**

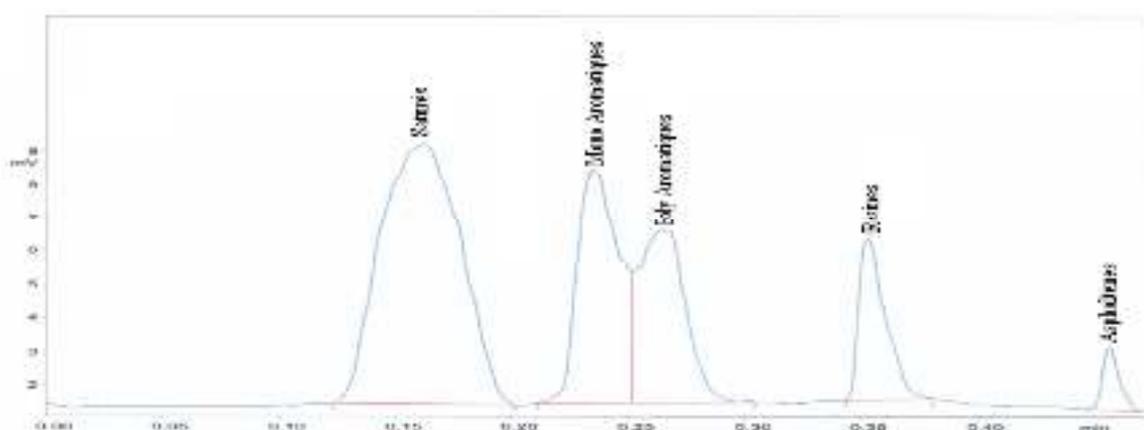
Quatre échantillons ont été sélectionnés pour l'extraction et la caractérisation de la matière organique sur la base du COT >0.5 % et S1 >0.2 mg HC/g de roche.

**Résultats des extraits de matière organique :****Tableau IV.5:** pourcentage de la matière organique :

Echantillon	Le poids (g) D'échantillon	Le poids Nacelle vide (g)	Le poids de La nacelle Pleine (g)	Le poids de de la matière Organique (g)	Le pourcentage de la matière organique %
X2	10.1994	0.8608	0.8931	0.0323	3.17
X3	10.3378	0.8581	0.8889	0.0308	2.98
X4	10.3252	0.8579	0.8882	0.0303	2.93
X5	10.4820	0.8640	0.8892	0.0252	2.40

**IV-4 Méthodes de la chromatographie :****IV.4.A Chromatographie sur couche mince****Tableau IV.6 :** Résultats des CCM

Echantillon	%Saturés	%Aromatique	%Résines	%Asphaltènes
X2	83,01	11,13	5,34	0,52
X3	76,08	15,19	7,87	0,86
X4	72,83	20,24	4,79	2,14
X5	75,64	15,67	7,75	0,94

**Figure IV.1** chromatogramme des fractions

La composition par familles d'hydrocarbures montre que les extraits contiennent une teneur élevée en hydrocarbures saturés et aromatiques, d'où la nature mature de l'échantillon. [16]

#### IV.4.B Analyse des échantillons par CPGC :

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse à colonne capillaire nous a permis d'obtenir les chromatogrammes suivant :

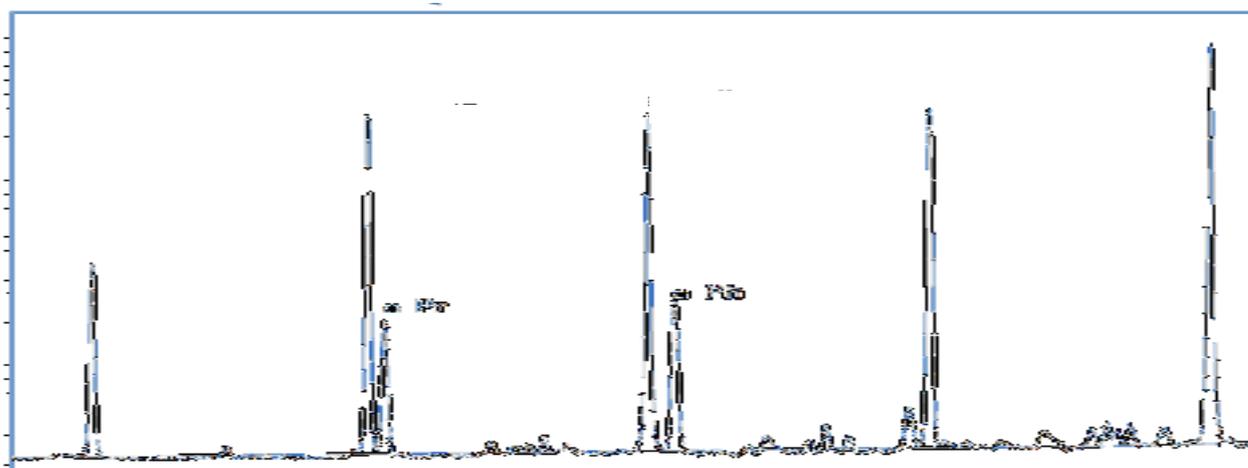
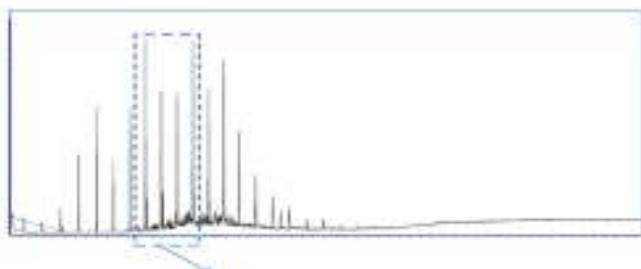


Figure IV .2: Chromatogramme de X2 (2781, 75m)

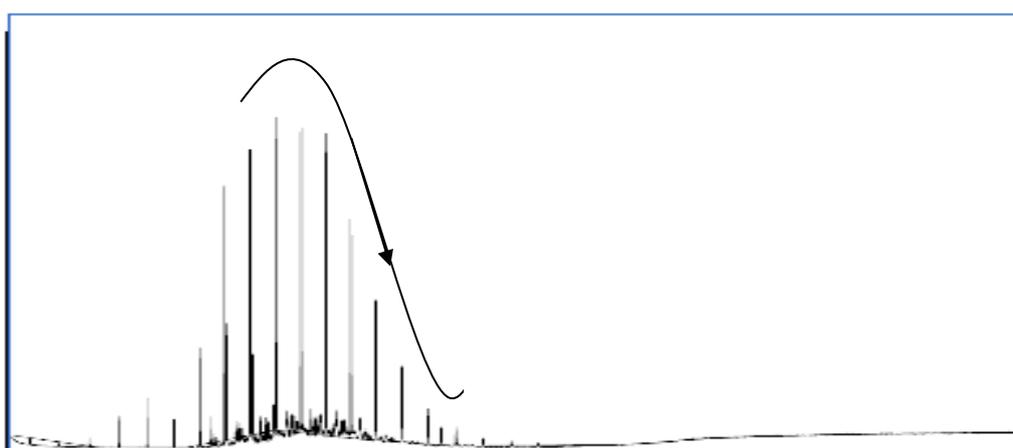
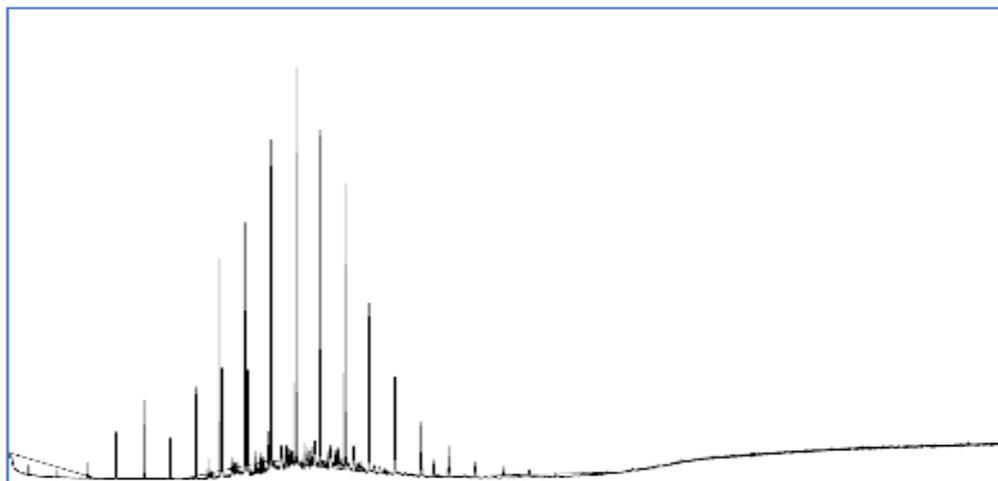
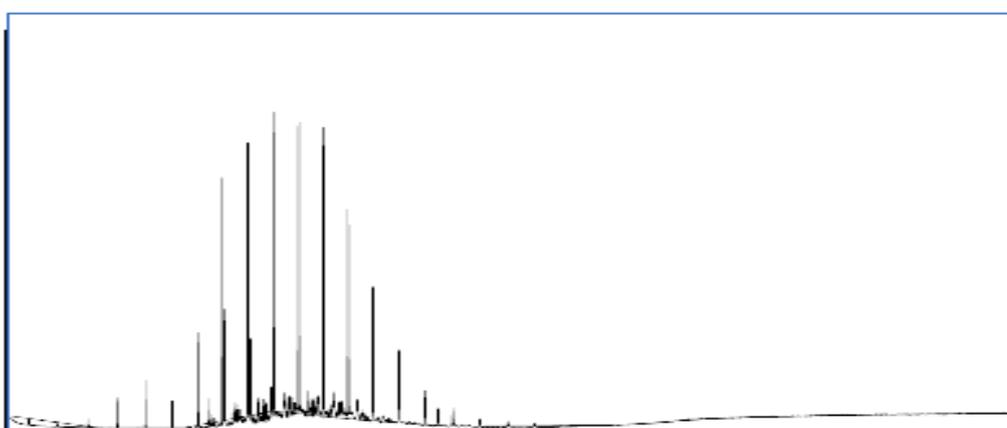


Figure IV .3 : Chromatogramme de X3 (2783.66m).



**Figure IV.4** : Chromatogramme de X4 (2787.64m).



**Figure IV .5** : Chromatogramme de X4 (2787.64m).

➤ **Interprétation des Chromatogramme :**

La distribution des n-alcane des extraits du Silurien des sondages X2, X3, X4, X5. Est régulièrement décroissant, ceci explique que l'origine des extraits est de type marin. [16]

➤ **Interprétation des rapports :**

**Tableau IV .7** : Résultats de l'analyse de la fraction saturée par CPGC

Puits	Cotes(m)	Pr/Ph
X2	2781.75	0.64
X3	2783.66	0.98
X4	2787.64	0.85
X5	2795.82	0.92

Les rapports Pr/Ph détermine les milieux de dépôt, il varie de 0.64 % à 0.98 % cela détermine un milieu réducteur pour tout les échantillons de l'analyse.

# CONCLUSION

### Conclusion

Ce stage pratique a servi de me donner une idée précise sur le travail en laboratoire, et de côtoyer également des travailleurs expérimentés avec lesquels j'ai eu le plaisir de travailler et d'échanger beaucoup d'idées ; des travailleurs qui ont partagé leur expérience et qui m'ont transmis la torche du savoir de ce domaine qui est les Hydrocarbures, il est pour moi une expérience enrichissante et complète qui alimente mon désir d'exercer mon future métier dans le domaine.

J'ai étudié dans ce travail cinq échantillons d'extrait d'Oued Miya, j'ai pu dégager les conclusions citées suivantes:

- D'après les résultats des analyses par dosage COT, Pyrolyse on sélection quatre échantillons qui riche en matière organique X2, X3, X4, X5.
- D'après les résultats des analyses par CCM, CPGC, pyrolyse on montrée que les extraite X2, X3, X4, X5 sont mature avec un milieu de dépôt déducteur.

A partir de l'interprétation des résultats on ne conclue que le bassin Oued Miya est pannes les puits de forage de pétrole, à cause de sa richesse en hydrocarbure

Enfin, je tiens à exprimer la satisfaction d'avoir pu travaillé dans des bonnes conditions matérielles et environnement agréable.

## Références bibliographiques

- [1] **BENYAHIA Amel.2017 FECIH Sommai.** Etude Géochimique des huiles et des extraits des roches du bassin de Oued Mya Université M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES Faculté des Science de l'ingénieur
- [2] **Mehenni, N.2009** Etude géochimique du permis de M'zaid et du gisement de Hassi Messoud bassin de Oued Mya CRD, Rapport interne, 46p
- [3] **Mouzaia el Abid .2015** caractérisation géochimique de la matière organique du silurien du bassin d'Oued Mya CRD, Rapport interne, 12 p
- [4] **Mebarek AMRANI .2001** Caractérisation Géochimique des Extraits de matière organique du bassin de berkine ,4p
- [5] **Cossé, R.** techniques de l'exploration pétrolière, le gisement. Institut français de pétrole, édition Technip, 329p.
- [7] **MOKRI Yacine,** 2015 Caractérisation Géochimique de La matière organique du silurien Argileux de La région de Rhourde Nous, Bassin De BERKINE
- [8] **Tammam AL DAROUICH,** 2005 Stabilité thermique de la fraction aromatique de l'huile brute, thèse de doctorat, université paris IV, 293p
- [9] **Fatiha Mekki Daouadji,** 2001 étude géochimique de la matière organique Siluro, dévonienne et les huiles péparties dans le permis de recherche In Amenas, thèse de magister, IAP
- [10] **kerrkache Khalida.** 2002 évolution de la matière organique dans les niveaux roches mères siluriennes et ordoviciennes de la partie nord du bassin Oued Mya, Mémoire de fin d'études, université M'hammed Bouguerrea.
- [11] **J.DERMINOT.**1981 Pratique de la chromatographie liquide, CRD lèvre interne
- [12] **Tranchant J.**1995 Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, Masson ;
- [13] **Rouessac F., Rouessac A.** 2000 Analyse chimique – Méthodes et techniques instrumentales Modernes 5 Dunod
- [14] **TRALDI (P.), MAGNO (F.), LAVAGNINI (I.) et SERAGLIA (R.).** – Quantitative applications of mass spectrometry. Wiley (2006)
- [15] **LEGRAND.P.1985.** Lower Palaeozoic rocks of Algeria; in; Holland; C.H. (Editor). Lower palaeozoic of North-western and west central Africa, pp 5- 89
- [16] **YAHAIT Abdlghani,** 2015 Etude Géochimique des huiles et des extraits des roches du bassin d'Oued Mya