



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mines

Option : Valorisation des Ressources Minérales

Présenté par

M^{elle} KARA OUIZA

Thème

***ANALYSE ET CARACTERISATION DES
MINERAIS SOUS MARINS CAS DE LA
BAIE DU CAP CAVALLO. JIJEL***

Soutenu le : /07/2019 devant le jury composé de :

Président : Mr DJEMAAM.C.B.

U.A.M.B

Promoteur : Mr Akdim. AM.A.A

U.A.M.B

Examineur : Mr Boubdellah.SM.C.B

U.A.M.B

Année Universitaire : 2018-2019

Illustrations

Liste des abréviations

Introduction générale

CHAPITRE I : *Cadre physique et structural de la zone d'étude.*

INTRODUCTION.....	01
I.1. ZONE MARITIME D'ALGERIE	02
I.1.1. Contexte géologiques méditerranéen	03
I.1.2. Géologie de Jijel	04
I.2. ZONE D'ETUDE	05
I.2.1. Localisation géographique de la wilaya de Jijel	05
I.2.2. Présentation socio-économique de la Wilaya de Jijel	06
I.2.3. Délimitation de la zone d'études	06
I.2.4. La population	06
I.2.5. Conditions climatiques.	07
I.2.6. Pollution	07
I.3. LES ECOSYSTEMES MEDITERRANNIENS.....	08
I.3.1. Quelques définitions	08
I.3.2. Les particularités de la Méditerrané	08
I.3.2.1. Répartition de la vie	09
I.3.2.2. Les biocénoses remarquables	10
I.3.2.3. Les pressions subies par les écosystèmes.....	11
CONCLUSION	14

CHAPITRE II : *Matériels et méthodes.*

INTRODUCTION	15
II.1. ECHANTIONNAGE	15
II.1.1. Préparations des échantillons pour analyse	16
II.1.1.1. Concassage	17

TABLE DES MATIERES

II.1.1.2.Séchage	18
II.1.1.3.Broyage.....	18
II.1.1.4.Tamisage	18
II.2. CARACTERISATION ET ANALYSE DE L'ECHANTILLON	19
II.2.1. L'analyse granulométrique.....	19
II.2.1.1.Principe de l'essai	20
II.2.1.2. Prise d'échantillon	21
II.2.2. Analyse de la composition chimique par spectrométrie de fluorescence X	21
II.2.2.1.Principe	22
II.2.3. Analyse par diffraction des rayons X sur poudre (DRX)	23
II.2.3.1 Principe	23
II.2.3.2. Préparation de l'échantillon	24
II.2.4.Analyse par spectrométrie d'absorption atomique (SAA)	25
II.2.4.1. Principe	25
II.2.4.2. Préparation des solutions pour l'analyse	26
a) Test de lixiviation TCLP (Toxicité caractéristique leaching procédure)	26
b) Préparation des solutions d'étalonnages	28
II.2.5. L'infrarouge IR	31
a) Principe	31
CONCLUSION	32
CHAPITRE III : Résultats et discussions	
INTRODUCTION	33
III.1. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS DE L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE.....	33
III.1.1. Présentation des résultats de l'analyse granulométrique	33
III.1.2. Interprétation de graphe	34

TABLE DES MATIERES

III.2. PRSENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS DE LA FX POUR LA SUBSTANCE DE BASE.....	34
III.3. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L'ANALYSE PAR DRX.....	35
III.4. RESULTATS ET INTERPRETATION PAR L'ANALYSE DE LA SAA Résultats et interprétation par l'analyse de la SAA	36
III.4.1. les courbes d'étalonnage.	36
III.4.1.1. La courbe d'étalonnage pour le cuivre (Cu).....	36
III.4.1.2. La courbe d'étalonnage pour le zinc (Zn).....	37
III.4.1.3. La courbe d'étalonnage pour le plomb (Pb).....	38
III.4.2. Interprétation des résultats de la SAA	39
III.5. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L'ANALYSE PAR LA SPECTROSCOPIE INFRAROUGE A TRANSFORMEE DE FOURRIER (FTIR).....	40
III.5.1.Résultats de la FTIR	40
CONCLUSION	41
Conclusion générale	
Références bibliographiques	

Liste des figures

<i>Chapitre</i>	<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
CHAPITRE I	Figure I.1.	Une situation géographique.	03
	Figure I.2.	Jijel la Wilaya (un territoire au cœur d'ambitions multiples).	05
	Figure I.3.	Situation géographique de la région d'étude.	06
CHAPITRE II	Figure II.1.	Le point de prélèvement de l'échantillon.	16
	Figure II.2.	L'échantillon à étudier (photo prise le 14 Juin 2019).	17
	Figure II.3.	Concassage de la roche étudiée.	17
	Figure II.4.	Tamisage manuel (photo prise le 24 Juin 2019).	19
	Figure II.5.	Tamiseuse de laboratoire de type FRITISH.	20
	Figure II.6.	Un tamis de laboratoire.	20
	Figure II.7.	Principe de fonctionnement par spectrométrie de fluorescence X.	23
	Figure II.8.	Schéma représentant le principe de la diffraction.	24
	Figure II.9.	Appareil Philips X Pert.	25
	Figure II.10.	Cathode creuse : source pour la spectrométrie d'absorption atomique.	26
	Figure II.11.	Solution obtenue du mélange de (TCLP + poudre minéral), (photo prise le 21 Juin 2019)	27

	Figure II.12.	La solution obtenue du mélange de (TCLP + poudre minéral) après filtration, (photo prise le 21 Juin 2019).	28
	Figure II.13.	Solution mère de Nickel.	29
	Figure II.14.	Appareils d'absorption Infrarouge (FTIR).	32
CHAPITRE III	Figure III.1.	Courbe de distribution granulométrique.	34
	Figure III.2.	Difractogramme d'un minerai sous-marin.	35
	Figure III.3.	Courbe d'étalonnage du cuivre.	37
	Figure III.4.	Courbe d'étalonnage du zinc.	38
	Figure III.5.	Courbe d'étalonnage du plomb.	39
	Figure III.6.	Spectre Infrarouge pour l'échantillon étudié.	40

Liste des tableaux

<i>Chapitre</i>	<i>Tableau</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
CHAPITRE II	Tableau II.1.	Caractéristiques de la tamiseuse électrique.	20
	Tableau II.2.	Récapitulatifs des masses utilisées pour la préparation des solutions mères.	30
	Tableau II.3.	Concentration d'élaboration des volumes des solutions d'étalons de tout élément.	31
CHAPITRE III	Tableau III.1.	Calculs granulométriques	33
	Tableau III.2.	Résultats des analyses par fluorescence X.	34
	Tableau III.3.	Les caractéristiques des pics selon les résultats de la DRX.	36
	Tableau III.4.	Données de la courbe d'étalonnage du cuivre.	36
	Tableau III.5.	Données d'étalonnage du zinc	37
	Tableau III.6.	Données d'étalonnage du plomb	38
	Tableau III.7.	Résultats de la SAA pour l'échantillon étudié.	39
	Tableau III.8.	Principales bandes de spectre Infrarouge étudié.	40

LISTE DES ABREVIATIONS

<i>Symbole</i>	<i>Abréviation</i>
ONM	Office national de la métrologie
FX	La fluorescence X
DRX	La diffraction au rayon X
IR	Infrarouge
V_{eff}	Vitesse effectifs
V_{cr}	Vitesse critique
D_{in}	Diamètres interne
D_{boulet (max)}	Diamètres des boulets maximaux
P	Poids de l'échantillon séché en grammes
D	Diamètre des éléments les plus gros en millimètres
XRF	La fluorescence de rayons X
WD-XRF	Wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry
ED-XRF	Energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry
hkl	Des plans interticulaires
n	Nombre entier correspondant à l'ordre de la diffraction
λ	Longueur d'onde du rayonnement utilisé
d	Distance réticulaire
θ	Angle de diffraction
TCLP	Toxicité caractéristique leaching procédure
Rpm	Rotation par minute
FTIR	Infra Rouge à Transformée de Fourier
Re	Rendement pondérale
Rc	Refus cumulés
Tc	Tamisât cumulé



CHAPITRE I



CHAPITRE II




CHAPITRE III



INTRODUCTION



CONCLUSION



**TABLE DES
MATIÈRES**



RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHI



**LISTE DES
ABRÉVIATIONS**

L'environnement est un espace naturel à protéger, il assure l'équilibre de vie et offre un espace vital pour tout être vivant, d'où l'importance de le définir dans toute ces composantes.

L'interaction entre solide, liquide, gaz et vivant est très renforcée, l'existence de l'un d'entre eux et fortement dépendante de celle des autres. De ce postulat il est primordial de connaitre la composition et le comportement de toutes ces composantes.

Dans le cadre de notre étude, nous nous somme intéressé à la zone côtière de la région de Ziama Mansouriah, à l'Ouest de la wilaya de Jijel, région connue pour sa biodiversité terrestre mais aussi aquatique.

L'idée de départ était de comprendre les secrets de la diversité maritime des plages rocheuses de la région, ce qui nous à conduit à la curiosité de nous demander de quoi sont formées ces roches brune de ces cotes.

Notre étude est donc portée sur la caractérisation des roches sous-marines de la région de Jijel, pour cela nous avons effectué un travail qui s'étale sur trois chapitres à savoir :

- **Chapitre I :** Au cours duquel nous avons étalé une revue littéraire sur la région de Jijel, sa géologie, son environnement et sa localisation ;
- **Chapitre II :** Dans cette partie nous avons identifié les protocoles expérimentaux des analyses retenus par notre étude, les appareils et les modes expérimentaux permettant la caractérisation de notre échantillon ;
- **Chapitre III :** cette partie est dédiée à la présentation des résultats, leurs interprétations et l'explication du contenu général de notre travail.

Au terme de notre travail, nous présenterons une conclusion générale, qui permettra de donner l'essentiel de ce qui a été obtenue par notre étude, en mettant l'accent sut la composition chimique et minéralogique de l'échantillon.

INTRODUCTION

Le petit espace marin, dont nous apprécions tous les côtes pour leur beauté et souvent pour nos vacances, qui a vu à son pourtour la naissance de nombreuses religions et de la plupart des grandes civilisations, est un domaine très fragile hérité d'une très longue histoire géologique et inexorablement condamné à disparaître comme ses grands ancêtres dont témoignent encore, à sa périphérie, les nombreuses chaînes de montagnes qui l'entourent. [1]

La mer Méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, située entre l'Europe, l'Afrique et l'Asie, et qui s'étend sur une superficie d'environ 2,5 millions de kilomètres carré. Son ouverture vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar est large de seulement 14 kilomètres. Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une « mer au milieu des terres », en latin « mare medi terra ». Durant l'Antiquité, la Méditerranée était une importante voie de transports maritimes ; permettant l'échange commercial et culturel entre les peuples émergents de la région - les cultures de la Mésopotamie, de l'Égypte, sémitiques, persanes, phéniciennes, carthaginoises, grecques et romaines. L'histoire de la Méditerranée est importante dans l'origine et le développement de la civilisation occidentale. [2]

Ce contexte géologique si particulier, qui résulte de la convergence, depuis plus de 80 millions d'années, des deux grandes plaques Eurasie et Afrique, a entraîné, par subduction (enfouissement d'une plaque sous l'autre), la disparition presque totale du vaste espace océanique qui les séparait alors et la collision entre elles des bordures des continents (ou marges continentales), baignées au nord comme au sud par cet océan. De nos jours on retrouve la trace de ces marges, et parfois même quelques restes préservés de l'ancien plancher océanique (volcanique) qu'elles bordaient au cœur des chaînes périphériques. [1]

I.1. ZONE MARITIME D'ALGERIE

La géologie étudie la Terre sous toutes ses formes. Comment s'est-elle formée ? Comment évolue-t-elle ? Comment fonctionne-t-elle ? En fait, notre planète est un système complexe comprenant la Terre elle-même, l'atmosphère, l'hydrosphère (toute l'eau sur la surface de la Terre) et la biosphère (l'enveloppe où la vie existe). L'énergie nécessaire à diriger ces systèmes vient de deux sources, d'une part la chaleur interne de la Terre qui provoque les processus géologiques et d'autre part la radiation solaire qui fournit l'énergie à la circulation de l'atmosphère et des océans, et qui détermine aussi le climat. [3]

Les habitats et les écosystèmes marins et côtiers de la Méditerranée, de par leurs spécificités fonctionnelles et écologiques sont considérés parmi les plus remarquables et les

plus fragiles. La diversité de ces habitats, leurs particularités ainsi que leur sensibilité les exposent aux effets des activités anthropiques et les rend de plus en plus vulnérables. [3]

On assiste presque impuissants depuis deux décennies à l'érosion de la diversité spécifique et génétique ainsi qu'à la dégradation des habitats. La prise de conscience par rapport aux enjeux et aux perspectives qu'offre la mer Méditerranée pour les populations à favorisée l'émergence d'une approche de gestion et de conservation éco-systémique tendant à maintenir les équilibres naturels et les spécificités méditerranéennes. [3]



Figure I.1. *Une situation géostratégique.* [7]

I.1.1. Contexte géologiques Méditerranéen

Les risques géologiques nés de ce contexte, les processus accompagnant ces phénomènes de convergence et de subduction, tels que la déformation de l'épaisse pile sédimentaire, l'expulsion des fluides piégés dans ces sédiments, le volcanisme ou encore les tremblements de terre, sont bien sûr toujours actifs de nos jours en Méditerranée et peuvent être analysés par les scientifiques directement en fond de mer. C'est en fait la subduction de l'Afrique sous l'Europe, qui est à l'origine de l'activité de volcans explosifs tels le Stromboli, Santorin ou encore le Vésuve. Ce sont les frictions nées du plongement du panneau lithosphérique (ensemble de la croûte et du manteau terrestre) africain sous l'Europe, qui sont à la base de la majeure partie des séismes qui, presque quotidiennement, secouent avec plus ou moins d'intensité le domaine méditerranéen et y génèrent, occasionnellement, des tsunamis dont certains peuvent traverser l'ensemble des bassins en quelques dizaines de minutes, compte tenu des relatives faibles distances entre les masses continentales. [1]

I.1.2. Géologie de Jijel

Les régions littorales du centre et de l'Est Algériens comprennent, comme on le sait, à l'Est du méridien d'Alger, une série de massifs anciens, séparés par des rides crétacées ou éocènes ou par des pressions miocènes. Ce sont, de l'Est à l'Ouest, le massif de la Petite Kabylie, le massif de la Grande-Kabylie et les alots qui s'y rattachent. La bordure méridionale de cette zone est formée par une chaîne d'axe liasique qui s'étend depuis la région d'Azzaba à l'Est jusqu'au Chenoua, et à l'Ouest au cap Ténès. Au voisinage de cette ride montagneuse qui est la plus remarquable du Tell algérien, se trouvent quelques jointements triasiques absolument isolés, notamment à El-Kantour (Skikda), El-Milia (Jijel), Djebel-Hadid (Jijel) et dans la chaîne des Babors. Cette grande chaîne correspond à une zone remarquable de plissement qui s'est produit sous l'influence du massif ancien. C'est la plus saillante du littoral Algérien. [4]

La wilaya de Jijel est incluse dans la zone dite des massifs métamorphiques kabyles faisant partie des zones hydrogéologiques des montagnes plissées du littoral méditerranéen. Elle appartient au domaine de la petite Kabylie qui présente trois massifs anciens : Les Babors, les massifs de Collo et les massifs de l'Edough avec leurs couvertures plissées d'âge Cénozoïque. La majeure partie de la petite Kabylie est formée par des roches cristallophylliennes, avec une couverture sédimentaire formée de grès et de dépôts plus récents, l'ensemble est traversé par des filons éruptifs. Dans la région de Jijel, qui fait partie de la petite Kabylie, nous avons un ensemble de terrains sédimentaire d'âge Mésozoïque et Cénozoïque couvrant les terrains métamorphiques, donc la couverture tertiaire repose soit sur le socle Kabyle, soit sur les terrains crétacés appartenant à des séries de type flysch. La couverture tertiaire est constituée de sédiments littoraux, qui se sont déposés dans le bassin de Jijel nettement individualisés durant le Néogène ; c'est le bassin Sahélien de Jijel. [4]

Du point de vue géologique, la région de Jijel a fait l'objet de plusieurs études géologiques, dont celles de Bouillin (1971), D. Delga (1955), J. F. Raoult (1974) et H. Djellit (1987). Ces études montrent l'existence de deux types de terrains, l'un sédimentaire et l'autre métamorphique. [8]



Figure I.2. Jijel, la wilaya (un territoire au cœur d'ambitions multiples). [7]

I.2. ZONE D'ETUDE

I.2.1. Localisation géographique de la wilaya de Jijel

La région de Jijel fait partie de littoral de l'Algérie, elle est située au Nord-Est entre les latitudes 36° 10 et 36° 70 Nord et les longitudes 5° 25 et 6° 30 Est. S'étant sur une superficie de 2.398,69 Km².

Le territoire de la wilaya dont la superficie s'élève à 2 396 Km² est limité par :

- La méditerranée au Nord ;
- La wilaya de Bejaia à l'Ouest ;
- La wilaya de Skikda à l'Est ;
- La wilaya de Mila au Sud, Sétif au sud Est et Constantine au Sud-Ouest ;

Administrativement la wilaya compte 28 communes répartie sur 11 Daïra. [5]

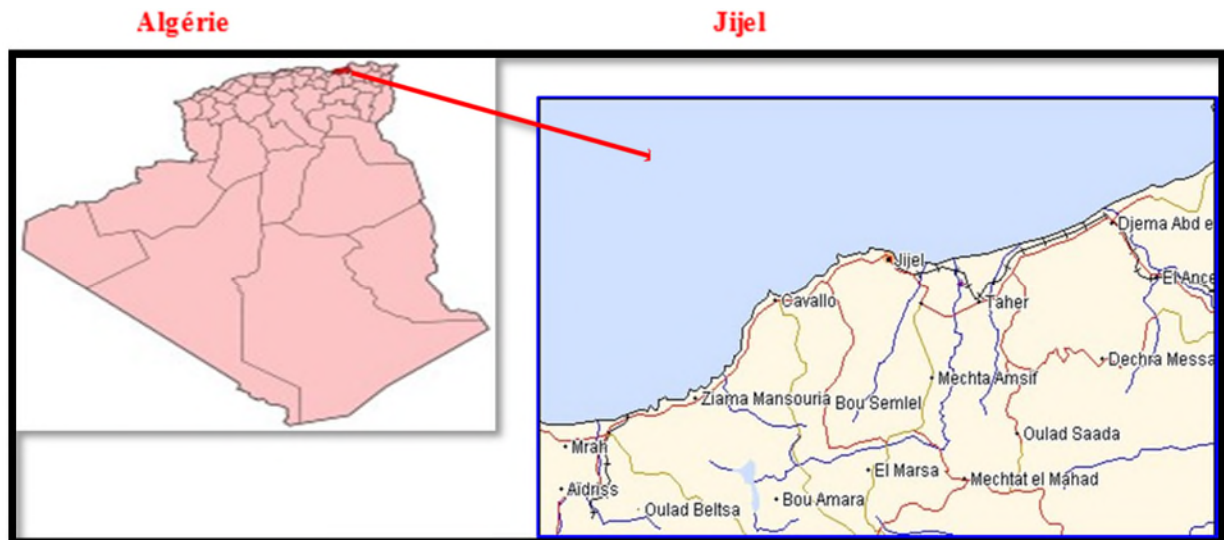


Figure I.3. Situation géographique de la région d'étude. [8]

I.2.2. Présentation socio-économique de la Wilaya de Jijel

La Wilaya de Jijel est située au Nord-Est de l'Algérie dont le chef-lieu est la ville éponyme de Jijel, cette région est connue par sa verdure pérenne, sa biodiversité remarquable.

La Wilaya de Jijel est connue par ces paysages panoramiques et sa côte méditerranéenne, ces atouts font d'elle une zone éco-touristique par excellence. [5]

I.2.3. Délimitation de la zone d'études

La commune de Ziana-Mensouriah fait partie de la baie du cap Cavallo, zone côtière de la wilaya de Jijel, elle est située en petite Kabylie à environ 42 Km au Sud-Ouest de Jijel dans le golf de Bejaia dans le chef-lieu de la Daïra de Ziamah-Mensouriah. Le territoire de la commune de Ziamah-Mensouriah se situe à l'Ouest de la wilaya de Jijel, dont les coordonnées sont 36° 40'25' Nord et 5° 28'52 Est, la commune est d'une superficie de 102,31 Km². [5]

I.2.4. La population

Les habitats et les écosystèmes marins et côtiers de la Méditerranée, de par leurs spécificités fonctionnelles et écologiques sont considérés parmi les plus remarquables et les plus fragiles. La diversité de ces habitats, leurs particularités ainsi que leur sensibilité les exposent aux effets des activités anthropiques et les rend de plus en plus vulnérables. [4]

Nous assistons presque impuissants depuis deux décennies à l'érosion de la diversité spécifique et génétique ainsi qu'à la dégradation des habitats. La prise de conscience par rapport aux enjeux et aux perspectives qu'offre la mer Méditerranée pour les populations a

favorisé l'émergence d'une approche de gestion et de conservation éco-systémique tendant à maintenir les équilibres naturels et les spécificités méditerranéennes. [4]

La mise en œuvre d'une série de plans d'actions soit au niveau local ou régional ou à l'échelle de l'ensemble du bassin méditerranéen, a participé ces dernières années à réduire la tendance, voire restaurer certains équilibres et processus originaux lorsque la volonté politique a été accompagnée d'une batterie de mesures notamment celles ayant trait au financement, à la participation, au renforcement des capacités et à la mise en réseau des différents acteurs de la conservation, en particulier, les gestionnaires. [4]

A l'instar du littoral méditerranéen, le littoral et les zones côtières en Algérie sont le siège d'une intense activité socio-économique, induisant une littoralisation du développement. Ces activités s'accompagnent inévitablement d'interactions avec les composantes physico-chimiques, biologiques et écologiques de cet écosystème de plus en plus vulnérable. [4]

La mise en œuvre d'un processus de gestion intégrée des zones côtières en Algérie s'inscrit dans le cadre général mis en place par les pouvoirs publics pour assurer le développement équilibré et équitable des territoires. Elle vise à la préparation des conditions nécessaires au développement durable de ces zones reconnues pour leur fragilité et leur sensibilité écologique d'une part et pour leur intérêt social, économique et culturel d'autre part. [4]

I.2.5. Conditions climatiques

Les caractéristiques climatiques peuvent être observées à partir des enregistrements des dix dernières années de la station météorologique la plus proche (Prevot, 1999). Notre région d'étude, qui fait partie du littoral Algérien, bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux, et une pluviométrie importante, caractéristique des zones méditerranéennes. Elle se classe parmi les régions les plus arrosées d'Algérie. L'analyse climatique est réalisée à partir des données établies par l'ONM, sur une série d'observation de 10 ans, allant de 1994 à 2003. [5]

I.2.6. Pollution

Le littoral Jijilien subit de lourdes pressions sur les ressources marines vivantes. Les pollutions domestiques, agricoles et industrielles provoquent divers types de nuisances, dont l'enrichissement artificiel des eaux côtières en nutriments, qui induit des phénomènes d'eutrophisation défavorable à la vie marine. [3]

I.3. LES ECOSYSTEMES MEDITERANEENS

I.3.1. Quelques définitions

Une biocénose : Groupement d'êtres vivants (plantes, animaux...) vivant dans des conditions de milieu déterminés et unis par des liens d'interdépendance. Le terme recouvre à la fois l'ensemble des communautés, la répartition de leurs espèces et leurs interrelations. Les populations d'une biocénose vivent ensemble de façon ordonnée et non comme des organismes distribués au hasard. Les organismes sont répartis dans l'espace de manière à utiliser au mieux les conditions offertes par le milieu. [6]

Un biotope : Territoire occupé par une biocénose. C'est la composante renfermant des ressources suffisantes pour assurer le développement et le maintien de la vie. [6]

Un écosystème : = **BIOTOPE** + **BIOCÉNOSE** ; Un écosystème est une unité écologique fonctionnelle douée d'une certaine stabilité, constituée par un ensemble d'organismes vivants (biocénose) exploitant un milieu naturel déterminé (biotope). Cette notion intègre également les interactions des espèces entre elles et avec leur milieu de vie. Les écosystèmes sont en général caractérisés par le substrat qui les compose (sable, rochers...), mais certains sont définis par l'espèce dominante que l'on observe dans ces zones (herbier de posidonie, coralligène...). Il est important de comprendre que des interactions existent entre eux, mais que les limites entre chacun ne sont pas aussi franches que l'on peut le croire. On passe souvent d'un écosystème à l'autre de façon très progressive. [6]

I.3.2. Les particularités de la Méditerranée

La Méditerranée est une mer semi-fermée, qui communique par les détroits du Bosphore et des Dardanelles avec la mer Noire, par le canal de Suez avec la mer Rouge et par le détroit de Gibraltar avec l'Atlantique. Avec 0,8 % de la surface de l'océan mondial, la Méditerranée est un pôle de biodiversité et abrite plus de 8 % de la biodiversité marine (10000 à 12000 espèces marines recensées, faune et flore confondues). Avec un taux d'endémisme élevé, par rapport à la plupart des autres mers et océans, 87 % de sa biodiversité est présente dans le seul bassin occidental. Notre façade maritime mérite bien les engouements qu'elle suscite mais aussi, et surtout, toute notre attention. [6]

I.3.2.1. Répartition de la vie

Tous les paysages sous-marins ne se sont pas constitués au hasard. La mer façonne le milieu physique. Les organismes vivants se répartissent sur ces supports en fonction de l'influence de facteurs tels que la lumière qui diminue avec la profondeur et en fonction de la complexité du relief. Les algues et les plantes s'épanouissent dans les zones bien éclairées (dites photophiles), alors que certains animaux fuient la lumière (dits sciaphiles). [6]

- **Les particules en suspension** : ce sont des petits grains minéraux et des fragments de matière organique qui constituent souvent la base de la nourriture ;
- **La température** : elle a une influence d'autant plus grande que ses variations sont fortes (c'est notamment le cas près de la surface) ;
- **L'hydrodynamisme** : plus on est proche de la surface, plus la houle et les vagues auront un impact sur les biocénoses ;
- **La nature du fond** : la stabilité du support ou la présence d'anfractuosités (abris et protection) seront également un facteur important de sélection pour les organismes vivants. [6]

L'hétérogénéité de la répartition des espèces en fonction de la profondeur est un point essentiel pour la compréhension des problématiques. La majorité des espèces se concentre sur les zones les plus proches de la surface et décroît avec la profondeur. [6]

Les êtres vivants marins se répartissent selon deux grands types de mode de vie, le pelagos et le benthos :

Le pelagos est l'ensemble des organismes vivant en pleine eau. Il comprend :

- **Le plancton** ; constitué par l'ensemble des organismes passifs vis-à-vis des mouvements de la masse d'eau et vivant en suspension (phytoplancton, fraction végétale, et zooplancton, fraction animale) ;
- **Le benthos** ; comprend l'ensemble des organismes vivant en contact direct ou à proximité du fond. [6]

Il comprend également une fraction végétale, phytobenthos, et une fraction animale, zoobenthos. La plupart des espèces benthiques sont fixées ou peu mobiles donc fortement soumises aux variations de leur milieu. Leur classification est un étagement en fonction des facteurs ambiants dont l'humectation et la lumière principalement ainsi que l'hydrodynamisme, la salinité, la nature du substrat et la température. Il est possible d'y associer des groupes d'espèces remarquables et caractéristiques. [6]

On distingue donc plusieurs étages selon le gradient vertical de luminosité et d'humectation :

- **Étage supra littoral** ; où vivent des organismes exigeant une forte humectation assurée par les embruns et les fortes vagues, sans être immergés. Ils sont adaptés à la dessiccation ;
- **Étage médiolittoral** correspondant à la zone battue par les vagues et soumise aux marées. Cette zone présente une alternance d'émersions et d'immersions. La hauteur de cet étage est limitée en Méditerranée du fait de la faible amplitude des marées ;
- **Étage infralittoral** : zone immergée compatible avec la vie des phanérogames marines et des algues photophiles (environ 40 m) ;
- **Étage circalittoral** : jusqu'à la profondeur maximale compatible avec la survie d'algues pluricellulaires (environ 120 m) ;
- **Étage abyssal** : très profond, il est encore mal connu. [6]

Traversant 21 pays, la côte méditerranéenne totalise quelque 46 000 km, à peu près également répartis entre côtes rocheuses et côtes d'accumulation (plages sableuses, cordons littoraux et dunes côtières, marais, lagunes, estuaires et deltas). La frange marine du littoral (étage infralittoral) ne représente qu'environ 5% de la superficie totale de la Méditerranée, mais sa valeur écologique et halieutique est élevée. [6]

I.3.2.2. Les biocénoses remarquables

Les biocénoses littorales remarquables sont nombreuses : herbiers de posidonie, coralligène, fonds sableux, lagunes, grottes, etc. Nous présentons ici deux biocénoses emblématiques :

Les herbiers de posidonie

L'herbier de Posidonie océanique est considéré comme l'un des écosystèmes les plus importants, voire l'écosystème pivot de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Espèce endémique de Méditerranée, c'est le stade ultime d'une succession de peuplements et sa présence est la condition sinequanon de l'équilibre écologique de beaucoup de fonds littoraux méditerranéens. Il est en régression dans de nombreuses régions. C'est un habitat protégé par de nombreuses législations nationales ainsi que par la Convention de Barcelone et la directive européenne Habitats. Deux autres phanérogames marines peuvent être rencontrées dans la zone littorale : la cymodocée et la zostère. [6]

Le coralligène

Le coralligène, construction naturelle bâtie principalement par des végétaux calcaires, constitue un habitat pour près de 1 700 espèces végétales et animales. Ces algues s'accumulent avec le temps pour former des concrétions qui tendent à recouvrir totalement le substrat élaborant ainsi une mosaïque de communautés animales et végétales. Sa croissance est de l'ordre de 1 mm/an. Plusieurs milliers d'années sont donc nécessaires à l'élaboration de cet écosystème. Le coralligène constitue un véritable paysage, allant de quelques mètres sous la surface à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Ses habitants l'occupent dans les 3 dimensions de l'espace. Tous les grands animaux marins y sont représentés avec une biodiversité remarquable. [6]

I.3.2.3. Les pressions subies par les écosystèmes

➤ La destruction des habitats

Aujourd'hui, la destruction physique massive des habitats est la plus grande menace pesant sur la biodiversité marine. Le littoral méditerranéen, de par la clémence de son climat, est une zone habitable très convoitée, saturée dans beaucoup de localités. Les aménagements littoraux sont à l'origine de la régression d'organismes ingénieurs d'écosystèmes, tant par leur présence que par les conséquences de leur construction. En 50 ans, il y a eu une régression majeure des surfaces d'herbiers de Posidonies sur tout le pourtour de la Méditerranée, notamment autour des grandes villes, stations balnéaires ou ports industriels. [6]

Le changement de la topographie des fonds littoraux est la cause de modifications des déplacements sédimentaires au niveau de la côte. Ces effets peuvent se ressentir à plusieurs dizaines de kilomètres. Ce phénomène, couplé à l'engraissement artificiel des plages avec des particules fines augmente la sédimentation au niveau des herbiers. [6]

De plus, les loisirs et sports de pleine nature sont en constante augmentation. La plaisance en est la parfaite illustration. Par exemple, environ 35 000 bateaux de plaisance fréquentent les eaux du parc national de Port-Cros entre avril et octobre. L'impact des mouillages répétitifs de ces bateaux au niveau des zones de petits fonds participe au recul des habitats côtiers. La plongée sous-marine s'est également largement développée ces dernières années. Certains sites ont été ainsi soumis à une fréquentation importante pouvant menacer l'équilibre des écosystèmes et détériorer les habitats. [6]

➤ **Les espèces invasives**

Une cause très forte de perturbation en milieu marin est liée à l'introduction (volontaire ou accidentelle) d'espèces non natives aux origines multiples :

- Espèces parasites ou associées à des espèces importées volontairement ;
- Remise d'animaux ou de végétaux domestiques dans le milieu naturel ;
- Transport d'organismes par les voies de communication maritimes, notamment par les vidanges des eaux de ballast dans les ports, transport et dissémination d'espèces par les ancres ;
- Migrations les sepsiennes (du nom du constructeur du canal de Suez). [6]

➤ **La pollution**

• **Le bassin versant**

Les apports du bassin versant peuvent être d'origine anthropique : par exemple le déversement des eaux utilisées par l'homme pour sa vie quotidienne (eaux urbaines, traitées ou non) ou pour ses activités (eaux industrielles traitées ou non, agriculture...). Il s'agit aussi d'apports naturels par les cours d'eau, souvent amoindris par les contaminations qu'ils subissent tout au long de leur parcours. Enfin, les eaux de pluie sont un apport supplémentaire à la mer, et avec elles, tous les contaminants qu'elles auront pu récupérer sur leur parcours (lessivage de l'atmosphère et des sols). Ces polluants peuvent être dangereux pour la faune et la flore marine et porter atteinte aux activités humaines (tourisme balnéaire, pêche, etc.) par contamination des coquillages, poissons et autres crustacés ou par la mauvaise qualité sanitaire des eaux de baignade. [6]

• **Les eaux usées**

En Méditerranée, 101 sites critiques côtiers prioritaires ont été identifiés pour la pollution d'origine tellurique. Les rejets d'eaux usées domestiques et industriels non épurés sont la première cause de contamination. Ils augmentent avec la population. Or les régions littorales sont particulièrement attractives : ainsi, la population des villes littorales de la Méditerranée pourrait connaître une croissance de 1% par an d'ici 2025 pour atteindre 90 millions en 2025 contre 70 millions en 2002. [6]

À ces populations permanentes s'ajoutent des populations touristiques qui peuvent plus que doubler les effectifs pendant la saison estivale. Il ne faut pas oublier l'impact des rejets industriels. Les principaux composants rejetés étant le mercure et le cadmium (le plus surveillé), les organochlorés (présents dans les solvants, pesticides, insecticides, fongicides ou réfrigérants par exemple) et les hydrocarbures persistants. [6]

Il existe une multitude d'industries qui rejettent en mer via les cours d'eau. Dans certains pays, la loi oblige aujourd'hui ce type d'industrie à s'équiper de systèmes d'épuration. Les eaux pluviales se chargent de polluants au cours de leur périple. Dans l'atmosphère, elles récupèrent des microparticules solides (métaux lourds, oxydes d'azote et de soufre). À terre, elles ruissellent et elles lavent les sols qui ont accumulé toutes sortes d'éléments. L'impact des eaux de ruissellement est corrélé aux caractéristiques des précipitations. En région méditerranéenne, la moyenne annuelle des précipitations est faible. Les précipitations ont un fort impact car elles apparaissent sous forme de pics rares et violents. Elles drainent de grandes quantités d'eau qui se chargent de polluants accumulés dans l'atmosphère et sur les sols, surtout en période estivale. [6]

- **Les macro-déchets**

Les déchets présents sur le littoral peuvent être d'origines diverses :

- **Les abandons sur le littoral par les usagers** : restes de pique-niques, bouteilles en verre ou plastique, canettes en métal, mégots et paquets de cigarettes, journaux, crème solaire, vêtements, etc ;
- **Les ports** : les déchets proviennent de pertes lors de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux sur les aires de carénages mais aussi de l'abandon d'ordures ménagères ;
- **Les décharges** : les décharges sauvages à proximité du littoral et de cours d'eau sont une source importante de déchets à la mer ;
- **Les activités domestiques et industrielles** : tout déchet échappant au système d'élimination est susceptible de s'échouer sur le littoral ;
- **Les navires de passage** : la part de ces déchets est difficile à estimer. L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) a mis en évidence le lien entre les accumulations de débris au fond des mers et les lignes des car-ferries. [6]

- **Les activités nautiques**

La concentration de bateaux et donc de rejets présente un risque sanitaire : la qualité des eaux de baignade peut ainsi se détériorer sur certains sites de mouillage. Les produits utilisés peuvent se concentrer à la surface de l'eau. C'est notamment le cas des détergents et savons. Les tensioactifs limitent les échanges d'oxygène entre l'air et l'eau. Ils se fixent sur les végétaux, inhibent leur croissance et induisent des nécroses. Les herbiers de posidonie y

sont donc très sensibles. Ils modifient aussi le comportement de la faune, notamment des coquillages (filtreurs). [6]

- **Le changement climatique**

Le contexte climatique actuel constitue aussi une influence majeure sur le régime des perturbations environnementales. Le changement climatique se manifeste par deux tendances majeures :

- Une hausse de la température moyenne à l'échelle planétaire ;
- Une augmentation de la fréquence et de l'ampleur d'évènements climatiques extrêmes.

Ces paramètres entraînent des modifications dont l'importance peut être très variable localement. Elles peuvent se traduire par des changements d'aires de répartition de certaines espèces ou par la disparition d'espèces peu mobiles et à faible dynamique. On parle ainsi parfois de « tropicalisation » de la Méditerranée pour désigner l'apparition d'espèces à affinité chaude dans le bassin nord-occidental. [6]

CONCLUSION

La région côtière de la wilaya de Jijel, représente une richesse naturelle et écologique à préserver, il est évident que la connaissance des détails de ce milieu contribuera activement à sa meilleure gestion.

IL est indispensable de faire le lien entre les composantes de cet environnement à savoir l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère et puis la biosphère.

INTRODUCTION

La préservation de l'environnement en question se repose principalement sur la parfaite connaissance de ce dernier, il est évident que toute vie s'installe sur un cadre physique appelé une roche ou sol. Ce dernier représente une base d'encrage et un siège d'échange pour les êtres vivants.

Dans ce chapitre nous allons essayer de présenter l'ensemble des analyses de caractérisations entreprises par notre étude, à savoir l'analyse granulométrique par tamisage, la diffraction au rayon X (DRX), fluorescence X (FRX), l'absorption atomique (SAA) et l'analyse par infrarouge (IR).

II.1. ÉCHANTIONNAGE

La stratégie de prélèvement repose essentiellement sur le volume et le nombre des échantillons, ainsi que sur le choix des stations d'échantillonnage (nombre, emplacement et positionnement). L'échantillonnage se définit comme une procédure dans laquelle une portion de substance, de matériau ou de produit est prélevée pour fournir un échantillon représentatif de l'ensemble pour les besoins de l'analyse, la représentativité des échantillons dépend en grande partie des choix qui sont effectués. Le choix de l'équipement utilisé pour prélever les échantillons est principalement effectué en fonction du type d'échantillon, du volume requis et de la localisation du minerai lors du prélèvement. [9]

Nous avons effectué un prélèvement à partir du fond marin au niveau d'une zone locale bien définie, afin d'obtenir un échantillon représentatif. Le prélèvement a été effectué de manière aléatoire et main nu à partir d'un massif rocheux émergé dans une profondeur avoisinant les 7 à 8 mètres. [9]

Le point de prélèvement est à une distance de 200 mètres du rivage nord et à une distance de 100 du rivage rocheux Est, la profondeur est entre 7 à 8 mètres. L'emplacement est représenté par la .figure suivante :



Figure II.1. *Le point de prélèvement de l'échantillon.*

Les échantillons en question sont des fragments de roches récupérés après arrachement d'un massif rocheux sous-marin.

II.1.1. Préparations des échantillons pour analyse

L'échantillon utilisé dans cette étude provient de la région du golf du cap Cavallo plus exactement dans la localité de Ziama-Mensouriah (Jijel). Il se présente sous forme de fragments de roches de diamètre différents.

Notre échantillon se compose des fragments de roches non broyés et traités pour les préparer à une série de traitement mécanique, dont le but est d'obtenir une fraction fine et représentative.



Figure II.2. *L'échantillon à étudier (photo prise le 14, juin2019).*

II.1.1.1. Concassage

Afin de concasser notre échantillon nous étions dans l'obligation de refaire le procédé plusieurs fois, est ce en utilisant un marteau de géologue, suivis d'une chaîne de réduction avec un concasseur de laboratoire.



Figure II.3. *Concassage de la roche étudiée (photo pris le 14 juin2019)*

II.1.1.2. Séchage

Le procédé de concassage était suivi d'une opération de séchage à l'étuve à une température de (105°C) pendant 24h. Le but de cette manipulation est d'éliminer l'humidité afin de pallier les problèmes de colmatage.

II.1.1.3. Broyage

Parmi toutes les opérations unitaires d'obtention de poudres, le broyage est sans doute celle qui est la plus utilisée.

Le broyage est une opération unitaire visant à fragmenter un matériau pour en réduire la taille afin de lui donner une forme utilisable ou d'en séparer les constituants. À cette fin, le matériau est soumis à des sollicitations mécaniques qui entraînent une augmentation de son énergie libre.

Le broyage était effectué en adaptant le broyeur aux paramètres suivants :

- La vitesse de broyeur = 150tr/min ;
- Le temps = 30min ;
- Diamètres des grands boulets 20 mm ;
- Diamètres interne 73mm ;
- Vitesse effectifs de rotation de broyeur = $\frac{32}{\sqrt{D_{in} - D_{boulet}(\max)}} = 32/\sqrt{0.073} - 0.020$
V_{effe} = 138.99 ~ 140 tr/min ;
- Vitesse critique = $42.3/\sqrt{D_{in} - D_{boulet}(\max)} = 42.3/\sqrt{0.073} - 0.02 = 183.73$

V_{Cr} = 183.73 ~ 184 tr/min

V _{effe} /V _{Cr} = ~76%

Avec :

- **V_{effe}** : la vitesse effective ;
- **V_{Cr}** : vitesse critique ;
- **D_{in}** : diamètres interne ;
- **D_{boulet (max)}** : diamètres des boulets maximaux.

II.1.1.4. Tamisage

Le tamisage est l'une des méthodes d'analyse granulométrique les plus connues. Il permet de séparer le matériau en fractions granulaires définies par le coté de la maille carrée du tamis, jusqu'à une limite inférieure à 40µm.

L'échantillon a été tamisé manuellement avec un tamis de 63 µm, à la fin nous avons récupéré des fractions inférieure à 63µm.



Figure II.4. *Tamisage manuel (photo prise 24 le juin 2019)*

II.2. CARACTERISATION ET ANALYSE DE L'ECHANTILLON

La caractérisation d'un échantillon requiert l'utilisation de méthode analytique fonctionnant selon des protocoles expérimentaux bien étudiés et validés.

Pour cela, notre échantillon a été caractérisé par différentes méthodes d'analyses physico-chimiques à savoir la composition chimique, Analyse par spectrométrie d'absorption atomique (SAA), la granulométrie, la diffraction des rayons X, l'infra-rouge (IR).et aussi l'Analyse par spectrométrie de fluorescence X.

II.2.1. L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, etc.). Par métonymie, c'est aussi le nom donné au résultat de cette analyse. Habituellement, l'analyse granulométrique fournit les proportions de grains de différents diamètres ; cette analyse peut se faire aussi bien par tamisage que par sédimentation dans l'eau en application de la loi de Stokes.

Pour la composition granulométrique du minéral, après les différents stades de fragmentations, on procède à l'analyse de tamisage. L'analyse granulométrique permet de déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains appelées fractions granulométriques constituant les échantillons. Ces fractions sont constituées de particules dont la grosseur couvre un intervalle relativement restreint et diminue d'une fraction à l'autre. Il existe plusieurs méthodes d'analyse granulométrique Parmi ces méthodes, la méthode de tamisage éventuellement utilisée dans notre présente

étude, couvrent la presque totalité des gammes de grosseurs de particules visées. De plus, elles permettent la récupération d'échantillon séparé en fonction de la taille des particules.

Les tamis utilisés sont les tamis normalisés français d'AFNOR, de raison $10\sqrt{10}$.



Figure II.5. Tamiseuse de laboratoire type FRITSCH



Figure II.6. Un tamis de laboratoire

La tamiseuse utilisée ici est une tamiseuse vibrante FRITSCH elle se compose de :

- Un bloc permettant de générer et commander des vibrations d'amplitudes réglables durant une durée qui doit être fixée à l'avance ;
- Un dispositif de serrage des tamis comprenant : un fond de tamis, deux tiges le long desquelles doit glisser le système de fixation (clips et couvercle) ;
- Une série de tamis d'ouvertures différent.

Tableau II.1- Caractéristiques de la tamiseuse électrique.

Série N°	Fréquence	Voltage	Intensité	Puissance
03.502/9377	50Hz	220V	2,3 A	500W

II.2.1.1. Principe de l'essai

Le principe d'analyse consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, emboîtés les uns sur les autres, dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le minerai étudié est placé en partie supérieure des tamis et les classements des grains s'obtiennent par le mouvement vibratoire horizontal, ainsi que des secousses verticales, de la colonne de tamis à l'aide d'une tamiseuse.

En partie inférieure, on dispose un fond étanche qui permettra de récupérer les fines. Un couvercle sera disposé en haut de la colonne afin d'interdire toute perte de matériau pendant le tamisage. [11]

Pour notre minerai, nous utiliserons les tamis de dimensions : 4mm, 2mm, 1mm, 500µm, 225µm, 125µm, 63µm, 45µm.

Nous appellerons appellera tamisât le poids du matériau passant à travers un tamis donné et refus le poids de matériau retenu par ce même tamis. [10]

L'échantillon étudié est versé en haut de la colonne de tamis et celle-ci entre en vibration à l'aide de la tamiseuse électrique. Le temps de tamisage varie avec le type de machine utilisé, mais dépend également de la charge de matériau présente sur le tamis et son ouverture, dans notre essai il est fixé à 15 minutes. Le refus du tamis ayant la plus grande maille est pesé. Soit R1 la masse de ce refus. [10]

Le refus du tamis immédiatement inférieur est pesé avec le refus précédent. Soit R2 la masse du deuxième refus. Cette opération est poursuivie pour tous les tamis pris dans l'ordre des ouvertures décroissantes. Ceci permet de connaître la masse des refus cumulés Rn aux différents niveaux de la colonne de tamis. Le tamisât présent sur le fond de la colonne du tamis est également pesé de la même manière. [10]

II.2.1.2. Prise d'échantillon

Le poids de l'échantillon à analyser dépendes dimensions et du pourcentage des éléments les plus gros. En général : $200.D < P < 600.D$ (mm).

P : Poids de l'échantillon séché en grammes ;

D : Diamètre des éléments les plus gros en millimètres.

Le prélèvement doit être obtenu par quartage.

Il est à signaler que nous procéderons par un quartage, dont l'intérêt et d'homogénéiser l'échantillon afin d'obtenir un seul qui sera représentatif.

II.2.2. Analyse de la composition chimique par spectrométrie de fluorescence X

La spectrométrie de fluorescence X (SFX ou FX, ou en anglais XRF pour X-ray fluorescence) est une méthode d'analyse chimique élémentaire utilisant une propriété physique de la matière, la fluorescence de rayons X. [19]

La fluorescence X est une des méthodes analytiques les plus simples, les plus précises et les plus économiques pour la détermination de la composition chimique de nombreux types de matériaux.

L'analyse de la composition chimique par fluorescence X nous a permis de déterminer les constituants de notre échantillon en oxydes dont les teneurs sont évaluées en pourcentages massiques. [10]

II.2.2.1.Principe

Lorsque l'on bombarde de la matière avec des rayons X, la matière réémet de l'énergie sous la forme, entre autres, de rayons X ; c'est la fluorescence X, ou émission secondaire de rayons X. Le spectre des rayons X émis par la matière est caractéristique de la composition de l'échantillon, en analysant ce spectre, on peut en déduire la composition élémentaire, c'est-à-dire les concentrations massiques en éléments. L'analyse du spectre peut se faire de deux manières :

- Par analyse dispersive en longueur d'onde (WD-XRF, wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry) ;
- Par analyse dispersive en énergie (ED-XRF, energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry). [19]

Cette technique permet de connaître la composition chimique d'échantillons très variés : minéraux argileux, métaux, céramiques, ciments, polymères, verres..., etc.

L'échantillon à analyser est placé sous un faisceau de rayons X. Sous l'effet de ces derniers, l'échantillon entre en résonance et réémet lui-même des rayons X qui lui sont propres, c'est la fluorescence. Le spectre en énergie des rayons X fluorescents est composé de pics caractéristiques des éléments présents ; la hauteur des pics permet de déterminer la quantité. [10]

L'étude a été réalisée sur l'appareil Spectromètre de Fluorescence des Rayons X «ZSX Primus II de Rigaku). Les Conditions d'analyse sont :

- **Type d'échantillon** : Oxyde/Poudre ;
- **Marge d'analyse** : B ;
- **Diamètre** : 30 mm ;
- **Temps de mesure** : Normal.

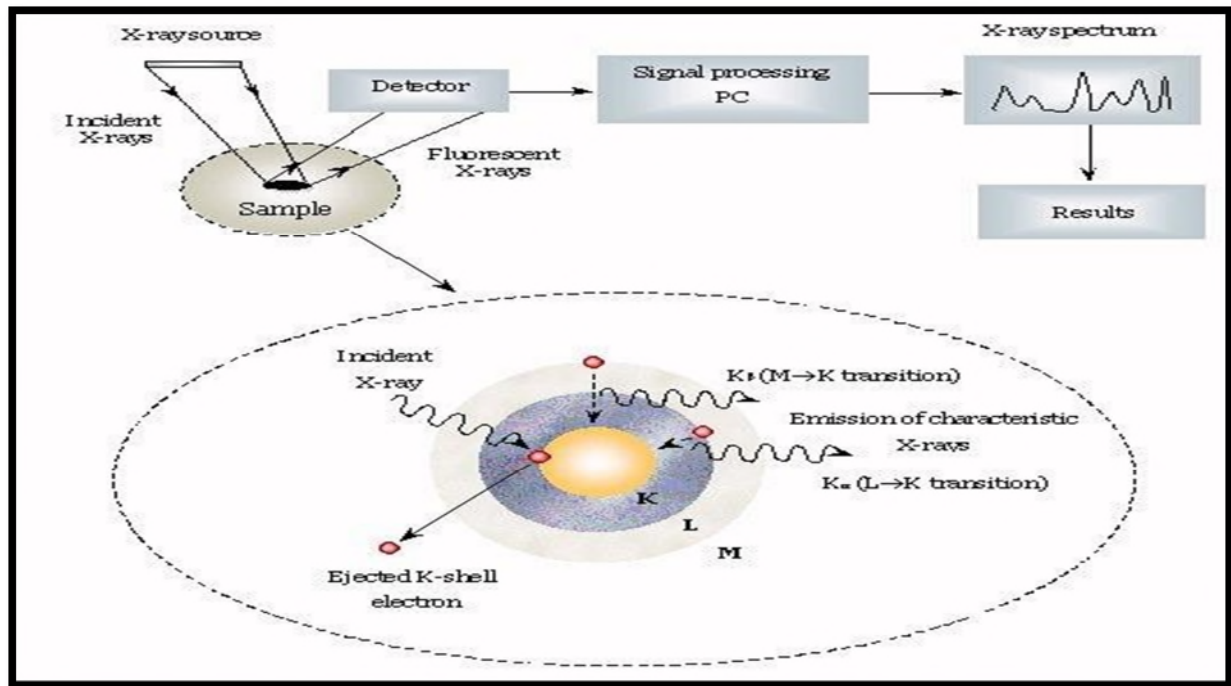


Figure II.7. Principe de fonctionnement spectrométrie de fluorescence X

II.2.3. Analyse par diffraction des rayons X sur poudre (DRX)

La diffraction des rayons X sur poudre est une analyse non destructive qui nécessite une faible masse d'échantillon (30 à 50 mg).

C'est une méthode d'étude des aluminosilicates. Elle met en évidence les équidistances

Des différents minéraux argileux et identifie les différents minéraux qui constituent chaque échantillon. [12]

II.2.3.1. Principe

La diffraction aux rayons X consiste à appliquer un rayonnement de la longueur d'onde des rayons X ($0.1 < \lambda < 10 \text{ nm}$) sur un échantillon argileux. Le rayonnement pénètre le cristal, il y a absorption d'une partie de l'énergie et excitation des atomes avec émissions de radiations dans toutes les directions. Les radiations émises par des plans réticulaires (hkl) vont engendrer un faisceau qui pourra être détecté. [13]

A chaque angle de diffraction θ correspond une distance réticulaire exprimée par la loi de Bragg :

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

Où :

- n : nombre entier correspondant à l'ordre de la diffraction ;
- λ : longueur d'onde du rayonnement utilisé ;
- d : distance réticulaire ;
- θ : angle de diffraction.

Les conditions de préparation de tous les échantillons sont identiques, les matériaux sont déposés sur des lames d'aluminium et on obtient une mince pellicule d'argile d'épaisseur uniforme collée à la paroi de la lame. [11]

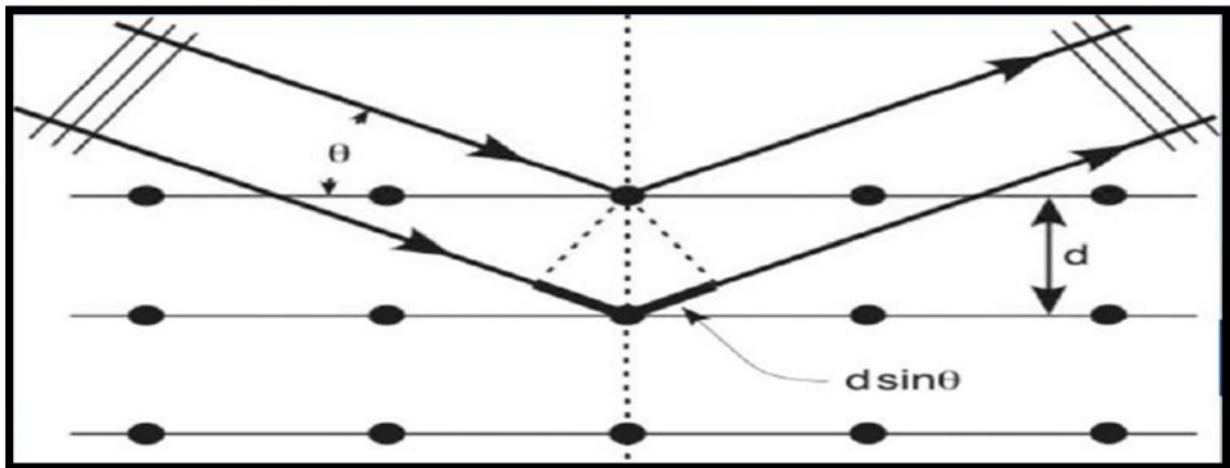


Figure II.8. Schéma représentant le principe de la diffraction. [14]

II.2.3.2. Préparation de l'échantillon

Une fois la poudre est broyée, et à l'aide d'un porte-échantillon circulaire et un appareil de mesure pour obtenir des résultats corrects et précis, mais ceci implique tout d'abord une préparation soignée des échantillons. La quantité idéale de poudre est d'environ 400 mg. Placer la poudre sur le porte échantillon, presser légèrement avec une lame de verre, et enlever le sur plus de poudre. Dans le cas où on ne dispose pas suffisamment de poudre, un support de silice amorphe peut être utilisé. [14]



Figure II.9. *Appareil Philips X Pert.* [14]

II.2.4. Analyse par spectrométrie d'absorption atomique (SAA)

La spectrométrie d'adsorption atomique est une méthode d'analyse quantitative très sensible qui permet de doser essentiellement les métaux en solution et convient beaucoup mieux à la détermination des éléments à l'état de trace. [15]

Cette technique est connu depuis des siècles .elle base sur le principe que les atomes libères prouvent absorbe la lumière d'une longueur d'onde spécifique afin de se mettre à un état excité. [15]

II.2.4.1. Principe

L'absorption atomique est un processus qui se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption d'énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique. Le spectre d'absorption atomique d'un élément est constitué d'une série de raie de résonance. [16]

La spectrométrie d'absorption atomique permet de quantifier les éléments métalliques en solution, chaque élément à un nombre spécifique, d'électrons associés à son noyau. La configuration orbitale normale est la plus stable des électrons est appelée état de base.

Lorsque une énergie est fournie à un atome, ce dernier l'absorbe est adopte une configuration électronique appelée état d'excitation. Cet état est instable et l'atome retourne immédiatement à son état de base tout en libérant une énergie lumineuse. [16]

Lors du procédé d'absorption atomique l'énergie fournie à l'atome provient d'une source lumineuse appelée lampe à cathode creuse. [16]

L'analyse par spectrométrie d'absorption atomique utilise la loi de Beer Lamber selon laquelle l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser.

$$A = \text{Log} \frac{I_0}{I} = \epsilon.l.c$$

Avec :

- **I₀** : intensité du faisceau incident
- **I** : intensité du faisceau émergente de la solution
- **ε** : Coefficient d'extinction molaire (1/mol.cm)
- **L** : longueurs du trajet optique
- **C** : concentration la solution analyse. [15]

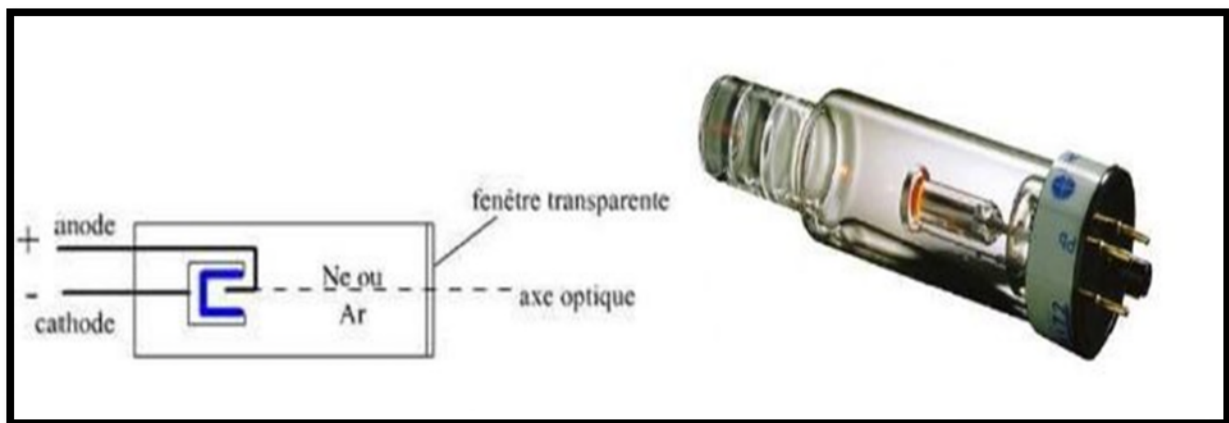


Figure II.10. Cathode creuse : source pour la spectrométrie d'absorption atomique [11].

II.2.4.2. Préparation des solutions pour l'analyse

Il existe différents protocoles de lixiviation pour évaluer les caractéristiques d'un échantillon solide. Cette manipulation est réalisée pour déterminer le taux des métaux lourds dans le minerai à étudier.

a) Test de lixiviation TCLP (Toxicité caractéristique leaching procédure)

Ce qu'on appelle aussi par le procédé de caractérisation de la toxicité de lixiviation .La lixiviation par définition est une méthode d'extraction liquide-solide d'un échantillon solide par une solution aqueuse qui permet d'évaluer le largage des polluants vers le milieu naturel. Le principe des tests de lixiviation est de déterminer les phénomènes de fixation des contaminants et de comprendre les mécanismes de relargage.

Le but de TCLP est de simuler la mobilité des substances dans des conditions très particulières dans une solution. Ce protocole de lixiviation peut également être utilisé pour déterminer la solubilité d'espèces inorganiques.

Le test de lixiviation consiste à mettre en contact pendant 24 h une masse d'échantillon (5g ont été utilisé) de taille inférieure à 4 mm et un volume d'eau déminéralisée à un rapport solide/liquide de 1/20 sous agitation rotative (10rpm). Au bout de 24 h la suspension est filtrée sur filtre à membrane de diamètre moyen de pore de 0,45 µm. Le filtrat dit « lixiviat » est alors analysé afin de déterminer la concentration des métaux lourds : Ni, Zn, Pb, Cu.cd. Le pH de ces lixiviats est mesuré avec un pH mètre.

Nous préparons une solution dans une fiole de 1L contenant environ 500 ml d'eau distillée, nous versons 5,7 ml d'acide acétique (HCH_3CO_2), nous pesons précisément 2,572 g d'hydroxyde de sodium (NaOH), le dissoudre dans la fiole, compléter ensuite au trait de jauge avec de l'eau distillée. Le pH de cette solution devrait être de 4,93.

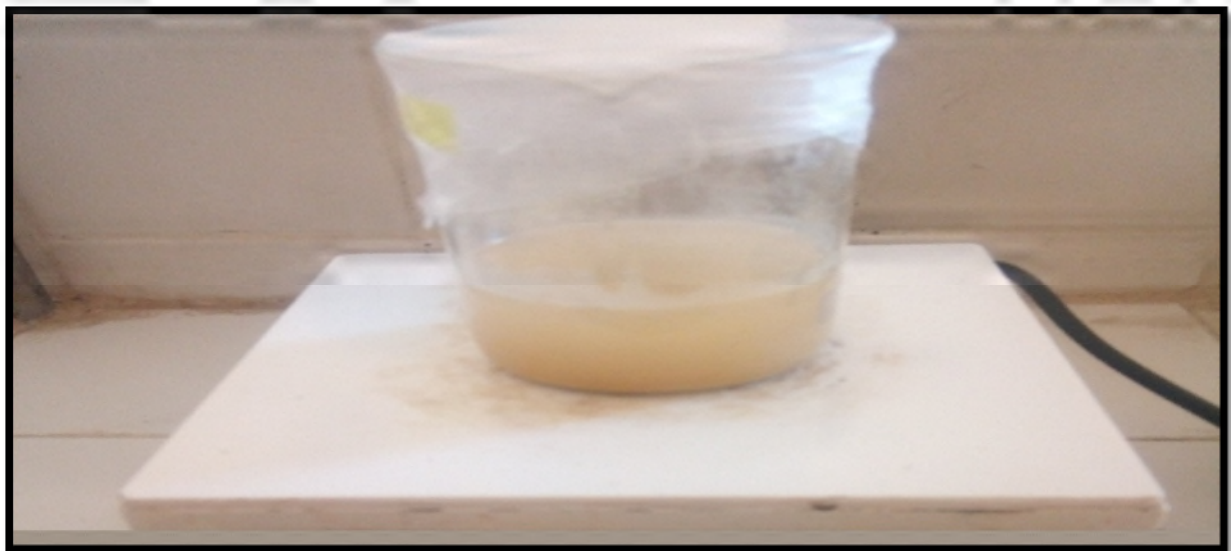


Figure II.11. *Solution obtenue de mélange de (TCLP + poudre minéral) (Photo prise au labo 21juin 2019).*

Ensuite la poudre minérale est introduite dans la solution (mise dans un bécher) en assurant le rapport liquide/solide qui devra égaler à 1/20, le bécher est soigneusement fermé pour éviter au maximum l'admission de l'air et l'évaporation des solution puis agiter pendant 20 heures. Après l'écoulement des 20h, nous filtrons la solution et nous l'acidifions à un $\text{pH} = 2$ avec l'acide nitrique (HNO_3) à 68% pour l'analyse des cations. Les flacons sont mis à l'abri de la lumière à une température ambiante



Figure II.12. La Solution obtenue de mélange de (TCLP + poudre minéral) après filtration
(Photo prise au labo 21juin (2019)

b) Préparation des solutions d'étalonnages

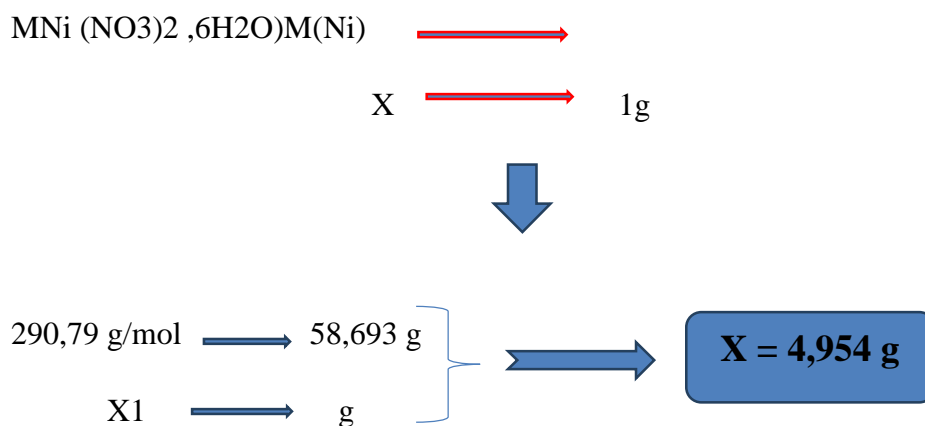
Dans le but d'élaborer une analyse par spectrométrie d'absorption atomique (SAA), il faut établir un protocole de dosage des éléments en trace. Afin de doser ces métaux une solution mère a été préparé.

❖ Préparation de solution mère pour l'élément Nickel (Ni)

Pour préparer 1L de solution mère de (Nickel), à partir de nitrate de nickel Ni (NO₃)₂·6H₂O, il faut disposer des données suivants : Pureté (Ni (NO₃)₂·6H₂O) est 98%, Masse molaire de Ni : 58,693 mol, masse molaire (Ni (NO₃)₂·6H₂O) : 290,79 g/mol.

Ces données nous permettent de calculer la masse de nitrate de nickel qu'il faut utiliser pour avoir 1L de solution mère.

Pour calculer masse du Ni, pour élaborer une solution mère nous procéderons comme suit :



Pour une pureté de 100% la masse est X= 4,954 g, donc pour une pureté de 98% il faut ajouter X1 (g) de produit donc :

$$\left. \begin{array}{l} 4,954 \text{ g} \xrightarrow{\text{X1}} 100 \% \\ \text{X1} \xrightarrow{\text{X1}} 98\% \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{X1}} \boxed{\text{X1} = 4.8461}$$

La masse totale pour préparer 1L de solution mère est : XT = 4,8461g de nitrate de nickel.

Pour 1L de solution mère de nickel, on pèse 4.8461g avec une balance de précision, nous versons cette dernière dans une fiole contenant 1L d'eau distillée, nous agitons jusqu'à la dissolution totale du produit, après nous continuons avec de l'eau distillée jusqu'au tri de jauge.

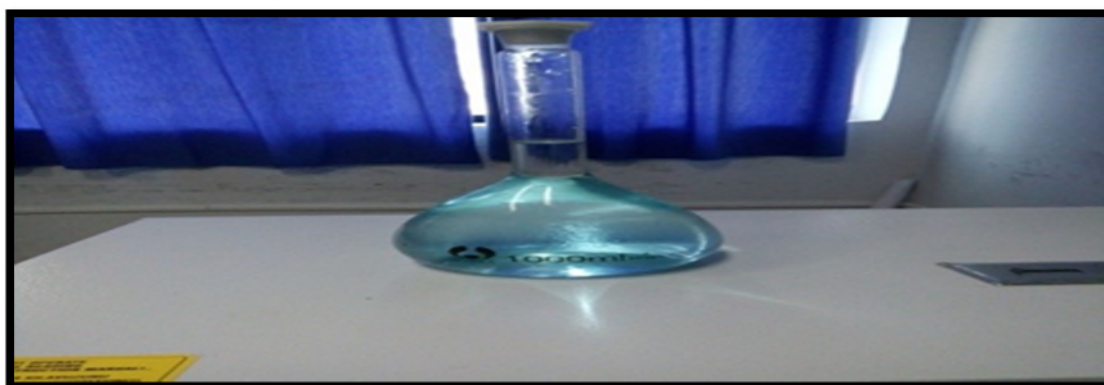


Figure II.13. Solution mère de Nickel (Ni)

Les même calcule pour d'autre élément : Cd, Zn, Fe, Cu, Pb, pour cela nous avons rassemblé les résultats finaux dans le tableau suivant :

Tableaux II.2. Récapitulatif des masses utilisées pour la préparation des solutions mères.

Eléments	Masse molaire (g/mol) de l'élément	Masse molaire (g/mol) De l'élément pour préparer la solution mère	Pureté (%)	Masse de l'élément (g) dans le produit utilisé	Masse totale (g) de l'élément à doser
Ni	58,693	290,79	98	4,954	5,00254
Cu	63,546	241,6	99,5	3,8019	3,8209
Pb	207,2	331,2	98	1,598	4,6388
Zn	65,409	297,48	98	4,5479	1,61398
Cd	112,41	308,47	99	2,744	1,3857

❖ Préparation des solutions étalons (solution fines)

Après le choix des concentrations, nous calculons le volume à utiliser pour obtenir une solution d'étalon, à l'aide d'une micro pipette nous prenons le volume nécessaire de solution mère que nous versons dans une fiole de 250 ml, puis nous continuons avec de l'eau distillée jusqu'au tri de jauge, et nous agitons légèrement pendant 1 minute. Après le 1^{er} étalonne en continu avec des fioles de 100 ml. Dans ce qui suit les calculs réalisés :

On a 1g/1l \longrightarrow 1000mg/1000ml

Pour : 100mg/1000ml

D'après la loi de conservation d'énergie on a : $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$

Tel que : $C1=1000\text{mg}$, $V2=25\text{ml}$, $C2=100\text{mg}$

D'où :

$V1 = (C2 \cdot V2) / C1 \longrightarrow V1 = 100 \cdot 25 / 1000 = 2.5\text{ml}$

Nous prenons alors 2.5ml de solution mère dans une fiole de 250ml, la solution est très concentrée, donc il faut réduire d'abord la concentration de cette dernière :

Pour une solution de 10mg/l on prend :

$C1=100\text{mg}$	}	$V1 = \frac{25 \cdot 10}{100}$
$C2=10\text{mg}$		
$V2=25\text{ml}$		
		$V1=2.5\text{ml}$

Donc pour les solutions fines nous prenons un volume de 2.5ml de solution mère diluée dans une fiole de 25 ml, et nous cherchons le V1 pour les différentes concentrations C2 a V2=25ml, C1=10mg :

$$C2=0.2 \quad \longrightarrow \quad V1=C2*V2/C1 \quad \longrightarrow \quad V1= (0.2*25)/10 \quad V1=0.5ml$$

Tableaux II.3. Concentrations d'élaboration des volumes des solutions d'étalon de tout l'élément

Concentration en mg	0.2	0.5	1	1.5	2	2.5
Volume (ml)	0.5	1.25	2.5	3.75	5	6.25

Les solutions mères et les solutions d'étalons de l'ensemble des éléments, ont été préparées selon le même mode opératoire, les tableaux (II.2) et (II.3), Donne respectivement les solutions mères et les solutions des étalons pour l'ensemble de ces éléments.

Notre travail intéressé aux éléments suivants : Ni, Zn, Cu, Pb, cd, Fe

II.2.5. l'infrarouge IR

La Spectroscopie Infra Rouge à Transformée de Fourier (ou FTIR : Fourier Transformed Infra Red spectroscopy) est basée sur l'absorption d'un rayonnement Infrarouge par le matériau analysé. Elle permet via la détection des vibrations caractéristiques des liaisons chimiques, d'effectuer l'analyse des fonctions chimiques présentes dans le matériau. [17]

a) Principe

Les analyse FTIR ont été réalisées sur un spectromètre infrarouge a transformée de Fourier(FTIR) .avant analyse et avant d'être pastillé, l'échantillon a été mélange de façon homogène a du bromure de potassium KBr (sel purifié transparent en infra rouge) afin de supprimer les effets de diffusion des gros cristaux .environ 2mg de poudre d'échantillon a été mélanger a 80mg de KBr.

Lorsque la longueur d'onde (l'énergie) apportée par le faisceau lumineux est voisine de l'énergie de vibration de la molécule, cette dernière va absorber le rayonnement et on enregistre une diminution de l'intensité réfléchie ou transmise.

Le domaine infrarouge entre 4000 cm⁻¹ et 400 cm⁻¹ (2.5 – 25 μm) correspond au domaine d'énergie de vibration des molécules.

L'analyse s'effectue à l'aide d'un spectromètre à transformée de Fourier (Agilent Cary 640 FTIR) qui envoie sur l'échantillon un rayonnement infrarouge et mesure les longueurs d'onde auxquelles le matériau absorbe et les intensités de l'absorption. [17]

Le faisceau infrarouge provenant de la source A est dirigé vers l'interféromètre de Michelson qui va moduler chaque longueur d'onde du faisceau à une fréquence différente. Dans l'interféromètre le faisceau lumineux arrive sur la séparatrice. La moitié du faisceau est alors dirigée sur le miroir fixe, le reste passe à travers la séparatrice et il est dirigé sur le miroir mobile. [17]

Quand les deux faisceaux se recombinent, des interférences destructives ou constructives apparaissent en fonction de la position du miroir mobile. Le faisceau modulé est alors réfléchi des deux miroirs vers l'échantillon, où des absorptions interviennent. Le faisceau arrive ensuite sur le détecteur pour être transformé en signal électrique. [17]

Les spectres d'absorption infrarouge (IR) ont été enregistrés à l'aide d'un spectrophotomètre à transformée de Fourier. [17]



Figure II.14. *Appareil d'absorption infrarouge (FTIR).* [17]

CONCLUSION

La spectrométrie de fluorescence X (FX), la diffraction des rayons X (DRX), spectrométrie d'absorption atomique (SAA), La Spectroscopie Infra Rouge IR et l'analyse granulométrique permettent d'analyse de nombreux types de matériaux, cristallins qu'ils soient ou amorphes.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes analyses réalisées et leurs principes. Afin de comprendre la démarche expérimentale entreprise.

INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous ferons ressortir les résultats obtenus durant notre étude pratique, les résultats de la diffraction des rayons X (DRX) et de la Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA), la granulométrie, la fluorescence X, et l'infrarouge IR seront exposés dans cet ordre accompagnés des interprétations.

Dans l'analyse minéralogique, nous nous sommes intéressés aux phases minérales majeures, la SAA nous renseigne sur les concentrations des métaux lourds, l'IR est retenue pour les complexes organique, et finalement la fluorescence x pour la détermination de la composition chimique.

III.1. PRESENTATION ET INTERPRETATIONS DES RESULTATS OBTENUS PAR L'ANALYSE GRANULOMETRIQUE

III.1.1. Présentation des résultats de l'analyse granulométrique

Après tamisage nous avons calculé les grandeurs suivantes :

- Le rendement pondérale «Re% » : $Re = (m_i * 100) / \sum m_i$
- Les pourcentages des refus cumulés «Rc% » : $Rc\% = m_i + m_{i1}$
- Les pourcentages des tamisât cumulé « Tc% » : $Tc\% = 100 - Rc\%$

Tableau III.1. *Calculs granulométriques*

Di (mm)	Mi(g)	Re%	Rc%	Tc %
4	0	0	0	100
2	38.7	3.877	3.877	96.123
1	97.8	9.798	13.675	86.325
0.5	53.5	5.360	19.035	80.965
0.2	98.0	9.818	28.853	71.147
0.125	323.6	32.421	61.274	38.726
<0.063	206.6	20.699	81.973	18.027
Fond	998.1	100	100	0

Paramètres de la tamiseuse : Amplitude de vibration **A=5**, et une durée de tamisage

t=15min.

Les résultats obtenus nous ont permis de tracer la courbe ci-dessous :

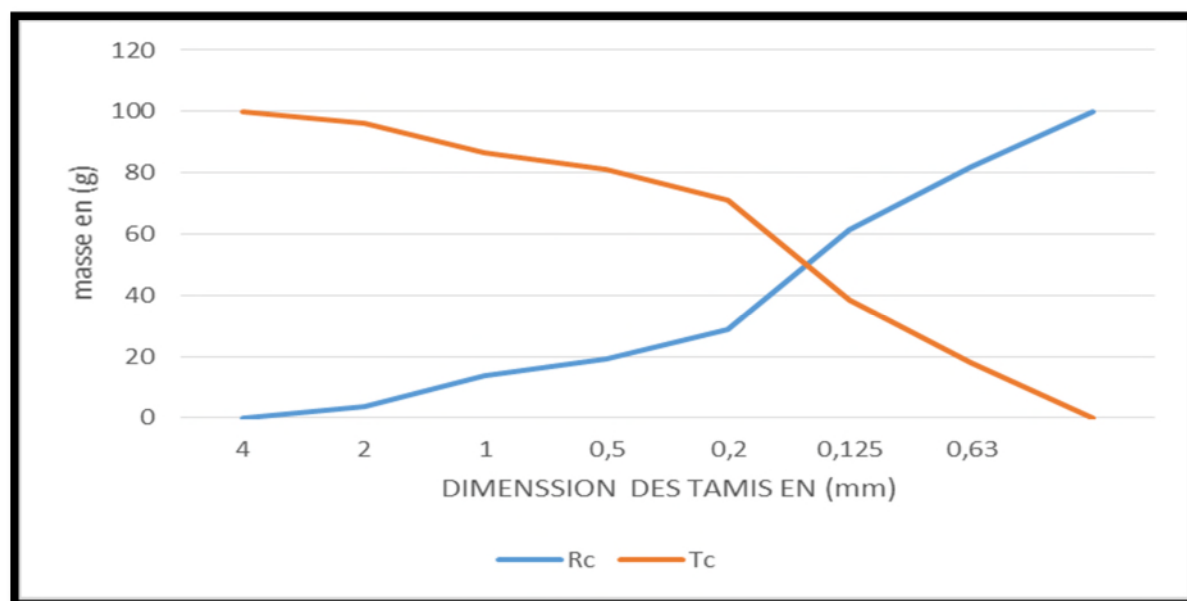


Figure III.1. Courbe de distribution granulométrique.

III.1.2. Interprétation de graphe

Nous remarquons bien que la courbe des rendements cumulatifs des tamisats est croissante en fonction des diamètres moyens des tamis, par contre celle des rendements cumulatifs des refus, elle est décroissante en fonction des diamètres moyens des tamis. Cela confirme la diminution et la réduction des diamètres de notre échantillon et ce après broyage et tamisage, ainsi nous avons obtenu les fractions fines souhaitées.

III.2. PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS DE LA FX POUR LA SUBSTANCE DE BASE

D'après l'analyse de spectrométrie à fluorescence X qui a été réalisée sur notre échantillon à poudre, nous sommes arrivés à déterminer les différentes concentrations de chaque élément constitutif présent dans notre échantillon.

Les résultats de cette analyse sont les suivants :

Tableaux III.2. Résultat des analyses par fluorescence X.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eléments	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
%massique	11,7526	53,3855	0,0779	10,5071	0,154	0,2167	0,0064	0,0357	0,0955

N°	10	11	12	13	14	15	16
Eléments	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Zn	Sr
%massique	0,0292	23,1122	0,006	0,0117	0,5981	0,0017	0,0097

D’après les résultats de la FX, l’échantillon et a d’éminence calco- magnésien cela et du a la nature de la roche qui puise sa composition du substrat géologique et qui probablement se trouve dans un contexte sédimentaire.

Le carbone est présent en grande teneur, cela s’explique par le fait que la roche se trouve dans un contexte organique remarquable (roche émergée).

L’oxygéné est abondant dans notre échantillon du fait qu’il soit entouré des substances organiques et soit émergée entièrement.

Notre échantillon renferme des métaux lourd en teneurs traces ce qui met en évidence leur toxicité et leur impact sur l’environnement.

III.3. RESULTATS ET INTERPRETATION DE L’ANALYSE PAR DRX

La figure suivant représente le spectre obtenu par DRX pour notre l’échantillon

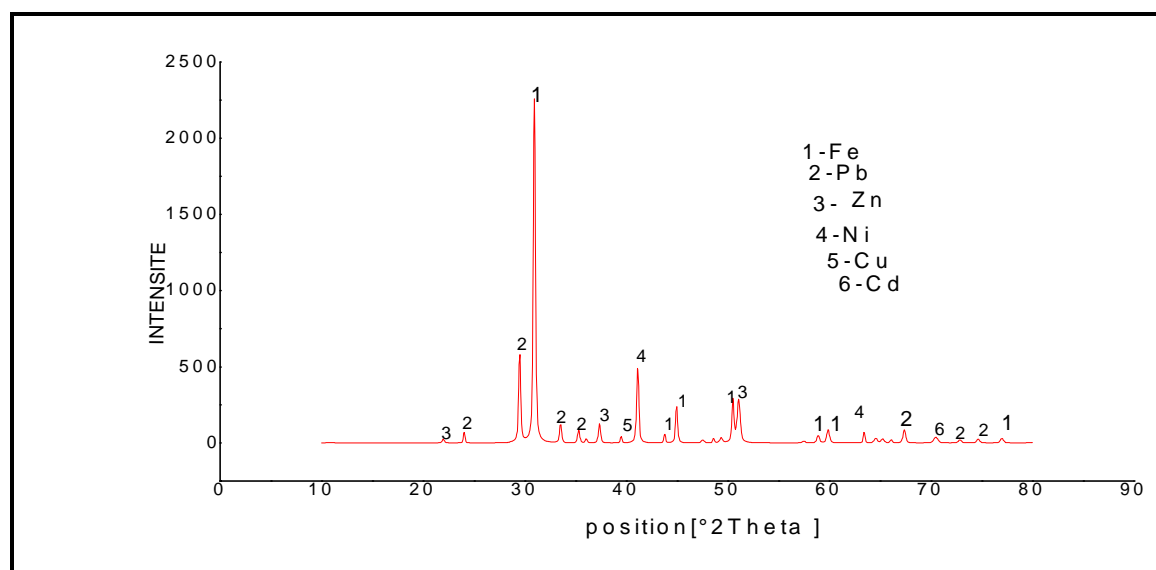


Figure III.2. Diferactogramme d’un mineraï sous-marin

Le tableau III.3. Nous donne l’essentiel des phases cristallines qui constitue notre échantillon. Les phases les plus importantes sont : Fer, Cuivre, Cadnuim, Plomb, Zinc, Nickel.

Il est à signaler que la présence des métaux lourd est très remarquable ce qui nous renseigne de la toxicité de notre échantillon.

Cependant l'échantillon renferme de la silice à des teneurs faible ce qui n'a pas été détecté par l'analyse DRX. Les phases cristallines de l'échantillon confirment sa nature minérale.

Les phases sont données par le tableau ci-dessous.

Tableaux III.3. Les caractéristiques des pics selon les résultats de la DRX.

Indice	Phase	Nom de la phase	Position Theta
1	CaMg_{0.77}Fe_{0.23}(CO₃)₂	Calcium Magnesium Iron Carbonate	31,039 ; 44,822 ; 43,830 ; 50,42 ; 58,889 ; 59, 740 ; 77,102
2	BiPbSr₂Y_{0.5}Ca_{0.5}Cu₂O₈	Bismuth Lead Strontium Yttrium Calcium Copper Oxide	24,023 ; 29,480 ; 33,484 ; 35,362 ; 67,358 ; 72,814 ; 74,657
3	Ba₁₇Tm₁₆Zn₈Pt₄O₅₇	Barium Thulium Zinc Platinum Oxide	22,003 ; 37,346 ; 50,988
4	TiNiH	Titanium Nickel Hydride	41,102 ; 63,318
5	Cu (GeO₃)	Copper Germanium Oxide	39,366
6	Cs₄Ni₃CdF₁₂	Cesium Nickel Cadmium Fluoride	70,511

III.4. RESULTATS ET INTERPRETATION PAR L'ANALYSE DE LA SAA

III.4.1. les courbes d'étalonnage.

III.4.1.1. La courbe d'étalonnage pour le cuivre (Cu)

Apartir d'une solution mère préparée, nous prenons une série de solution filles en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage, pour les différentes concentrations nous avons 0,2mg/l ; 0,5mg/l ; 1mg/l ; 1,5 mg/l ; 2mg/l ; 2.5mg/l.

D'après L'analyse par spectrométrie d'absorption atomique nous obtenonsles résultats suivants :

Tableaux III.4. Données de la courbe d'étalonnage du cuivre(Cu).

N°	CONCENTARATION (mg/l)	ABESERBENCE (nm)
1	1	0.102
2	1.5	0.142
3	2	0.190

A partir des résultats précédents, nous avons tracé les courbes suivantes :

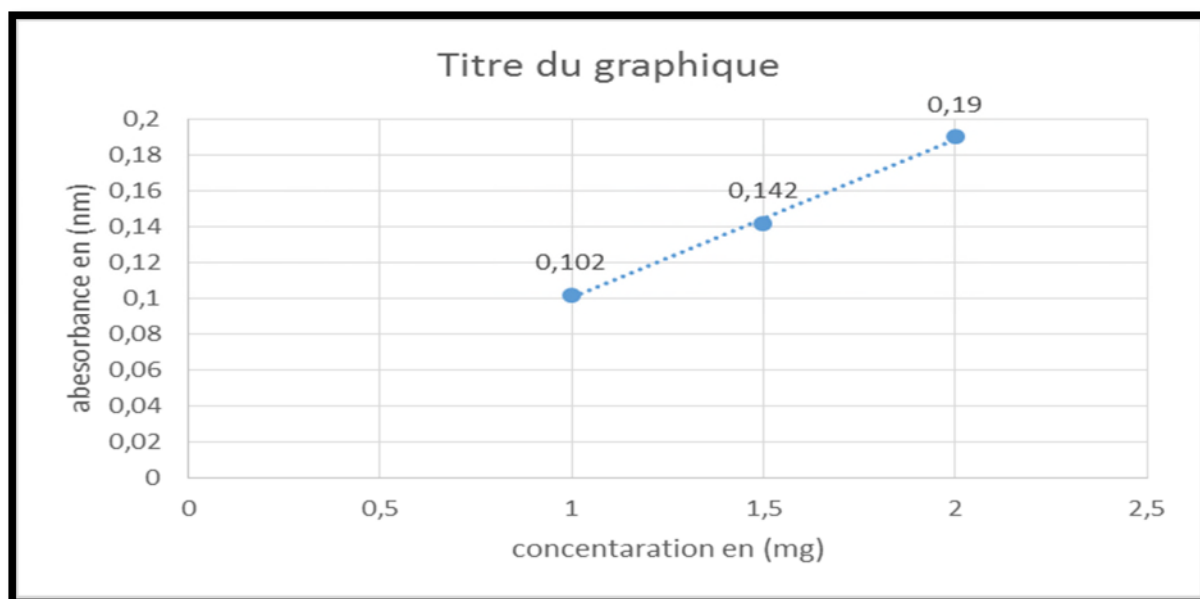


Figure III.3. Courbe d'étalonnage du cuivre (Cu).

La forme linéaire de cette courbe est la suivante :

$$Y = a x + b \text{ ou : } a = 0,09468 ; \text{ et } b = 0,0019 \quad \Longrightarrow \quad y = 0,09468x + 0,0019$$

$$R^2 = 0,9982$$

III.4.1.2. La courbe d'étalonnage pour le zinc (Zn)

A partir d'une solution mère préparée, nous prenons une série de solution filles en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage, pour les différentes concentrations nous avons 0,2mg/l ; 0,5mg/l ; 1mg/l ; 1,5 mg/l ; 2mg/l ; 2.5mg/l.

Tableaux III.5. Données de la courbe d'étalonnage du zinc.

N°	Concentrations	Absorbance
1	0,5	0,175
2	1	0,278
3	3,5	0,811

A partir de ces résultats on obtient la courbe d'étalonnage suivante :

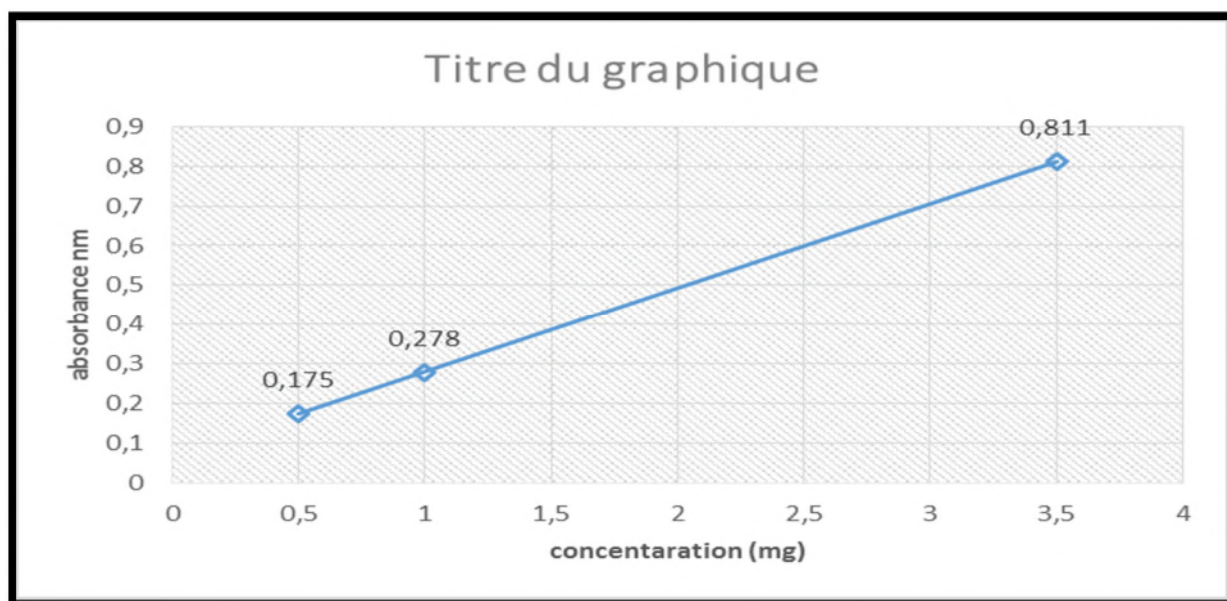


Figure III.4. Courbe d'étalonnage du zinc (Zn).

L'équation linéaire de cette courbe est de forme suivante :

$$Y=ax+b \quad \text{tel que : } a=0,02764 ; b=0,0006$$

$$\text{Et } R^2=0,9994 \quad \text{d'où : } Y=0,02764x+0,0006$$

III.4.1.3. La courbe d'étalonnage pour le plomb (Pb)

A partir d'une solution mère préparée, nous prenons une série de solution filles en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage, pour les différentes concentrations nous avons 0,2mg/l ; 0,5mg/l ; 1mg/l ; 1,5 mg/l ; 2mg/l ; 2.5mg/l.

Tableaux III.6. Données de la courbe d'étalonnage de la plombe (Pb).

N°	CONCENTRATION	ABSORBANCE
1	0,5	0,003
2	1,5	0,011
3	2	0,014
4	2,5	0,019

A partir de ces résultats on peut tracer une courbe d'étalonnage de cet élément :

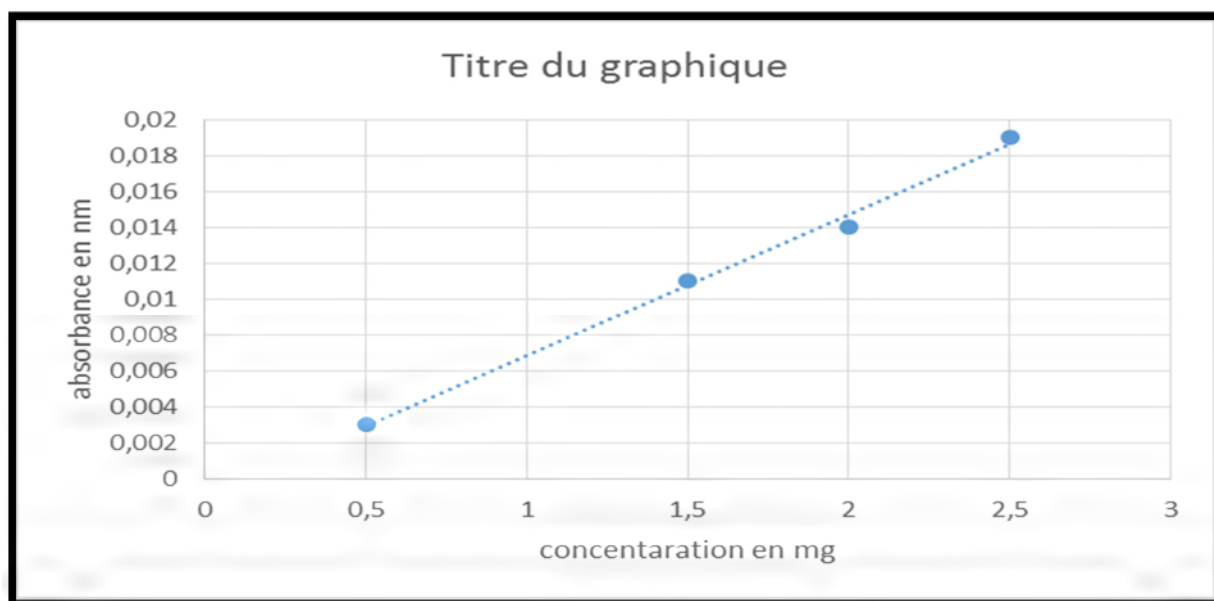


Figure III.5. Courbe d'étalonnage pour le plomb (Pb).

Après traçage des courbes et analyse instrumentale, nous avons obtenus les résultats des teneurs représentés par le tableau III.6.

Tableaux III.7. Résultats de la SAA pour l'échantillon étudié

Elément	Concentration	Absorbance
Zinc (Zn)	0,365	1,4859
Cuivre (Cu)	-0,002	-0,0271
Plombe (Pb)	0,001	0,0547

III.4.2. Interprétation des résultats de la SAA

L'analyse par SAA révèle la présence des métaux lourds dans notre échantillon, cela est en adéquation avec ce qui a été dit dans la littérature (chapitre I), le fond géochimique recelait des teneurs en métaux lourds qui se retrouvent dans l'échantillon étudié.

Nos résultats confirment ceux obtenus dans les travaux anciens voir *Hadji et Chadli 2017*. Donc la roche extraite présente des teneurs en métaux lourds, principalement : Zn, Cu, et Pb.

III.5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DE L'ANALYSE PAR SPECTROSCOPIE INFRA ROUGE A TRANSFORMER DE FOURRIER (FTIR)

L'analyse en question permettra d'étudier les groupements organiques présents dans notre échantillon.

III.5.1. Résultats de la FTIR

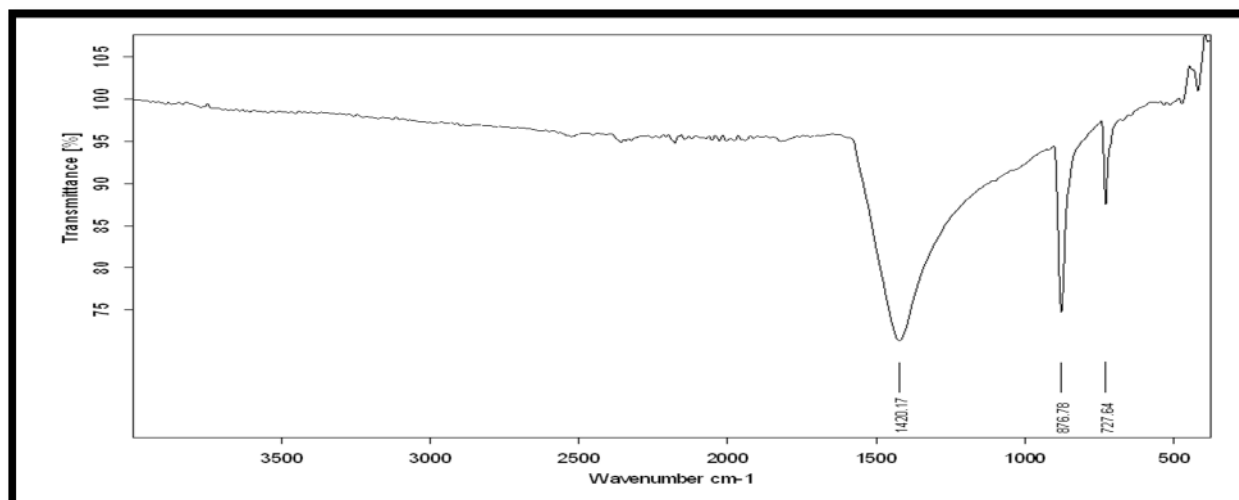


Figure III.6. Spectre infrarouge de l'échantillon étudié

Les principales bandes de ce spectre sont données dans le tableau suivant :

Tableaux III.8. Principales bandes des spectres infrarouge étudié.

N° de pic	Bandes d'absorption en (cm ⁻¹)	Transmittance en%	Attribution
1	1421,52	60,39481	Elongation C-N< (amines) 1000-1430cm ⁻¹ fréquence.
2	874,909485	62,008675	Elongation asymétrique C-O-C des époxydes
3	730,320923	76,610275	Elongation C-CL des chlorures d'alkyles (600_800cm ⁻¹)

D'après le Tableau III.7 nous remarquons que les bandes d'absorption du spectre sont élevées dans le domaine allant de 1000 à 1500 qui renvoient à des élongations de groupements amines, époxydes et alkyles.

Les bandes caractérisés sont dus à la nature géologique du substrat d'une part, et à l'environnement aquatique dans lequel se retrouve la roche d'autre part.

En effet la roche est devenue siège d'échange pour les être vivant aquatiques, ce qui permet certaines modifications minéralogiques de la roche en question.

CONCLUSION

Les résultats des analyses démontrent la nature cristalline de notre échantillon, les éléments dominant sont de nature calco magnésienne.

L'échantillon renferme des éléments traces en métaux lourds non négligeables. Cela est dû à la nature géologique du substrat.

Il s'est avéré que la roche émergée dans l'eau de mer à développer des réactions avec le milieu aquatique, chose qui c'est expliquée par l'apparition de groupement caractéristiques.

La réalisation de ce travail nous a permis de mener des étapes ordonnées allant de l'échantillonnage, préparation des échantillons à la préparation des protocoles expérimentaux et de l'analyse instrumentale pour en finir par les résultats et leur interprétation.

Après avoir effectué les travaux nécessaires nous avons pu conclure par les points les plus essentiels suivants :

- Les résultats obtenus de l'analyse par FX, ont clairement démontré que notre échantillon est à dominance calco-magnésienne, suivis d'une teneur importante en carbone. La silice était présente en fraction réduite.
- Notre échantillon présentait une gamme de métaux lourds à des fractions traces, les plus remarquables sont : le Zn, Cd, Cu, Ni et Fe et le Pb.
- La présence de notre roche dans le milieu aquatique, entourée de substances organiques permet des échanges entre la roche et le milieu externe d'où la présence de groupements caractéristiques dont : l'élongation amine, l'élongation époxyde et l'élongation des chlorures, preuve d'un environnement aquatique.
- L'analyse par SAA nous a permis la confirmation de la présence des métaux lourds dans notre échantillon, les teneurs relevées sont celles du Zn, Cu et Pb.
- L'élément métaux lourds non pris en charge par notre analyse SAA, est due au fait qu'ils ne pouvaient pas être détectés par l'analyse en raison de leur teneur très faible.
- L'ensemble des résultats permettent de déduire une nature plutôt sédimentaire de notre roche est cela en raison des teneurs élevées des éléments salifères, friabilité et réduction des tailles facilement.
- Présence de la roche dans un contexte aquatique sédimentaire.
- Notre échantillon renferme une quantité importante en carbone et présence d'oxygène.

Ainsi il est important de connaître la nature des roches sous-marines qui tapissent les fonds des mers, et cela pour une meilleure gestion du littoral.

REFERANCES BIBLIOGERAPHIQUES

- [1] **JEAN MASCLE**, laboratoire Géo Azur, Villefranche sur mer, membre de conseil scientifique de l'institut océanographique, fondation ALBERT 1^{er}, Prince de Monaco.
- [2] : **DOGLIOLI A.M** notes sur la circulation générale en Méditerranée par le cours d'océanographie General (2014).
- [3] **Pierik Falco**, introduction à la géologie et à la méthode magnétotellurique, conférence à la SNA, 19mai 2006.
- [4] **YOUNSI SALAHDDINE**, thèse de magister en écologie végétale.Université Mentouri de Constantine, 2005/2006.
- [5] **Mr BELHADJI Abdelkader ; Mr CHADELI Alladine**En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Génie Minier Option, Valorisation des Ressources Minérales 2017/2018.
- [6] **Med PAN COLLECTION**, Guide méthodologique et technique des sentiers sous-marins.
- [7] **Mr. SAFRI Saïd**, mémoire en vue d'obtention du diplôme de magister en urbanisme option : ville et projet urbain, 05 février 2008.
- [8] **Mr. FATIH Boucennam**mémoire de magister en Hydrogéologie environnemental et modélisationFaculté des Sciences de la Terre Département de Géologie2008/2009.
- [9] **Mr BOUABDALLAH Sofiane**. Thèsede Doctorat en Mines. caractérisation-enrichissement des grès pauvres d'el-Aouna, cas de l'usine de verre (**AFRICAVER**)/**JIJEL** 2016.
- [10] **Mme AMIROUCHE.L**. Thèse magister. Etude du pouvoir de sorption du cuivre (II), du zinc (II) et des polyphénols par les bentonites sous l'effet des irradiations micro-ondes, Université de Tizi-Ouzou, 2011.
- [11] **M^{elle} TIZAOUI Khadija**. Thèse de magister .élimination des métaux lourds en solution aqueuse par des argiles Algériennes. Université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen,2012-2013.
- [12] **Moore D. M and Reynolds R. C. X-Ray diffraction and the identification and analysis of calamineras**. 2nd Edition, Oxford UniversityPress. (1997).
- [13] **Worrall W.E. (1986)**. Clay and ceramicraw materials. Edition Elsevier, London.

REFERANCES BIBLIOGERAPHIQUES

[14] Etude d'impact sur l'environnement cas de la carrière de Djebel Merada Ziama Mensouriah (contamination par métaux lourds) université de Bejaia (2014/2015).

[15] **M^{elle} Lansari Imane**. Thèse de master en chimie inorganique et environnement .adsorption des métaux lourds en solution aqueuse par la chitine et la chitosan.Université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen, 2016/2017.

[16] **BROKARET .J.** «Analytical Atomic Spectrometry with flames and plasmas » deuxième édition revues et argumentée, .p.414. ISBN : 978-3-527-31282-5 (2005).

[17] **M^{elle}. GHORZI Wissam**.Thèse de master. Elaboration d'un réseau de polymère acrylique par photo polymérisation UV : caractérisation par spectroscopie infrarouge, et suivi de la cinétique de gonflement dans des solvants,UniversitéAbou Bekr Belkaid –Tlemcen 25juin 2014.

[18] **AYADI Brahim**. Thèse de magister. Caractérisation et choix d'un schéma de traitement du minerai cuivre-fer de Douamis (OUENZA) ,2009/2010.

[19] **A. BOUZONVILLE, A. COLIN, L. DURIN, V. GRUFFAT**.analyse rapide des métaux et autres minéraux dans des milieuxsolides pollues (Déchets, sols), a l'aide de méthodes non destructives de terrain par fluorescence X chassagnac CSD AZUR - 3CRAPPORT mai 2008.

[20] **Alain Chamayou, Jacques Fages**.Broyage dans les industries agroalimentairesHAL Id : hal-00442390 Submitted on 15 Sep 2016.

Résumé :

Le littoral Algérien en général et le Jijilien en particulier représente un vaste domaine écologique, qui impose une protection et une gestion rationnelle et par conséquent une parfaite connaissance. Pour cela une identification des **roches sous-marine** est plus que nécessaire pour pouvoir assurer un meilleur control, du fait que ces dernières représentent le cadre physique sur lequel la vie aquatique s'installe. Dans le cadre de notre étude nous avons tenté de caractériser les roches du fond sous-marin **de Ziama- Mansouriah**, qui en finalité a révélé un substrat minéral, peu dur, à dominance de **magnésium** et de calcaire. La roche en question renferme des **métaux lourds** et des **groupements organiques**.

ملخص

يمثل الساحل الجزائري بشكل عام والساحل الجيجلي بشكل خاص مجالاً إيكولوجياً واسعاً يفرض حماية وإدارة عقلانية وبالتالي معرفة كاملة. لهذا الغرض، يعد تحديد العناصر المكونة للصخور التحت مائية ضرورية لضمان القدرة على التحكم بشكل أفضل، لأن هذه الأخيرة تمثل الإطار المادي الذي تستقر عليه الحياة المائية. في إطار دراستنا، حاولنا وصف الصخور التحت مائية لمنطقة زيامة منصورية، والتي كشفت في نهاية المطاف عن عناصر معدنية قليلة الصلابة، يسيطر عليها المغنيسيوم والحجر الجيري. حيث يحتوي الصخر المعني على معادن ثقيلة ومجموعات عضوية.

Abstract:

The Algerian coast in general and the Jijilien in particular represents a vast ecological domain, which imposes a protection, a rational management, and consequently a perfect knowledge. For this purpose, an identification of the underwater rocks is more than necessary to be able to assure a better control, because these last ones represent the physical frame on which the aquatic life settles. In the framework of our study, we have tried to characterize the rocks of the **Ziama- Mansouriah** submarine bottom, which ultimately revealed a **mineral substrate**, less hard, dominated by **magnesium** and limestone. The rock in question contains **heavy metals** and **organic groups**.