

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed Seddik Benyahia -Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : des Sciences de la Terre et de
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم : علوم الأرض و الكون

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Géologie**

Option : Ressources minérales, Géomatériaux et environnement

THÈME

**Aspect géologique, richesse minière et son exploitation de
la Wilaya de Bejaïa (Nord-est Algérien)**

Membres de Jury

Président : B.Ouaar

Examineur: L.Boulaouidat

Encadrant : F. Mebrouk

Présenté par :

Bounar Housseem Eddine

Boussenna Sofiane

Année Universitaire 2020-2021

Numéro d'ordre

(bibliothèque) :

REMERCIEMENTS

*Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH qui nous a
Donné le courage, la santé, et la volonté pour réaliser ce modeste
Travail.*

*Nos remerciements et notre profonde reconnaissance
S'adressent à notre promoteur Pr. MEBROUK FATEH pour
Ses conseils*

*Nous remercions les membres du jury pour avoir accepté de
Nous consacrer un peu de leur temps afin d'examiner et de juger
Notre travail.*

*Nous remercions monsieur le directeur de la direction de
L'Industrie et des Mines wilaya de Bejaïa.*

*Nous remercions tous les enseignants qui ont contribué à
Notre formation pendant les cinq années*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos
Proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la
Réalisation de ce mémoire*

Dédicace

A ma chère mère et mon cher père

A mes chers frères Ferhat et Raouf

A me chère sœur Mariam et les petites achref et serine

A toute la famille bounar

A tous mes amis et plus particulièrement

Rahma, karima, ines, Khadîdja, maissa, houssem, Yasser, Mohammed

A mes collègues de promos

Et en fin, à ceux qui nous connaissent

De près ou de loin

Je dédie ce travail

Bounar Housseem Eddine

Dédicace

A ma chère mère et mon cher père

A mes chers frères Yasser et Khaled

A tous la famille Bousenna et Hammada

A tous mes amis

A mes collègues de promos et particulièrement :

*Housseem, Rahma, Yasser, karima, Mohammed, Ines, Housseem Khadîdja,
Bassem Maissa*

Et en fin, à ceux qui nous connaissent

De près ou de loin

Je dédie ce travail

Bousenna Sofiane

Résumé

Bejaia est connue comme une wilaya du Nord-Est algérien riche en ressources minérales. La connaissance de son aspect géologique, sa richesse minière et son exploitation représente une tâche primordiale pour la bonne gestion de ces dernières.

Cette richesse minière est représentée actuellement en deux catégories : Ressources non métalliques comme le sable, les calcaires, les Granulats et les argiles etc. Ces derniers sont exploités pour les travaux publics et la construction.

Ainsi que des ressources métalliques, aussi importantes mais non exploitées vu qu'ils sont, seulement connus en indices, on cite : le plomb-zinc et le fer.

Parmi les gisements on cite : Oued Amizour (plomb-zinc) et celui de Boudjellil (gypse). Ces gisements sont exploités par plusieurs méthodes soit souterraine, à ciel ouvert, ou par chambre Remblayée.

Le rapport d'activité minière de Bejaia montre la Capacités de productions 20000 (m³/an) pour SOMACOB/gypse de Boudjellil, et de 105000 (m³/an) pour SARL Tbrho frères Zergoun ainsi que d'autres capacités pour les autres gisements ; cela montre l'importance des ressources minérales de la wilaya.

Mots clés

Bejaia, ressources minérales, Amizour, Boudjellil, gisement, granulats, plomb-zinc.

Abstract:

Bejaia is known as an Algerian Northeast state that is rich in mineral resources. The knowledge of its geological aspect, mineral wealth and its exploitation is a key task for the proper management of the latter.

This mineral wealth is currently presented in two categories: Non-metallic resources such as sand, limestone. Aggregates and clays... etc. is used for public works and construction.

As well as metal resources are important but they are not exploited because they are clues, we can mention: the lead-zinc and iron.

Among the deposits we can cite: Oued Amizour and another from Boudjellil (gypsum). These deposits are exploited by several methods, either underground, open pit, or by backfill chamber.

The Bejaia mining activity report shows the Production Capacity of 20,000 (m³ / year) for SOMACOB / (gypsum) Boudjellil, and 105,000 (m³ / year) for SARL Tbrho frères Zergoun as well as other capacities for other deposits, this shows the importance of the state's mineral resources.

Key words:

Bejaia, mineral resources, Amizour, Boudjellil, deposit, aggregate, lead-zinc.

ملخص

تعرف ولاية بجاية في الشمال الشرقي من الجزائر بثرائها من حيث الموارد المعدنية. ومعرفة طابعها الجيولوجي و غناها المعدني بالإضافة الى طرق استغلالها هو نقطة مهمة من اجل حسن استغلال و تسير هاته الاخيرة . تتمثل هاته الثروات في صنفين هما: الموارد الغير معدنية مثل الرمل الجرانولا و الطين...الخ تستغل من اجل اعمال البناء و الاشغال العمومية.

بالإضافة كذلك تضم الموارد المعدنية الا انها لا تستغل نظرا لنسبتها القليلة من حيث الريح . منها رصاص-

زنك و الحديد...الخ.

من بين الودائع الجيومعدنية نذكر واد اميزور و بو جليل(الجبس) اللدان يستغلان بمختلف الطرق المعروفة كل حسب النمط المناسب له تقرير النشاط في القطاع الموارد المعدنية لبجاية يوضح قدرة الانتاج تصل الى 20000م مكعب/ سنة بالنسبة الى سوما كوب/(الجبس)بو جليل . و 105000 م مكعب / سنة بالنسبة الى سارل تبرو الاخوة زرجون . بالإضافة الى الودائع الجيو معدنية الاخرى التي تبين مدى الاهمية التي تمتلكها ولاية بجاية من حيث المصادر المعدنية.

الكلمات المفتاحية

بجاية,الموارد المعدنية. اميزور. بو جليل .ودائع معدنية جرا نولا. مركب النحاس-الزنك

Sommaire

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I: Généralités

I. Présentation du secteur d'étude	3
I.1.Situation géographique	3
I.2. Hydrographie	4
I.3. Climat.....	5
I.4.Travaux antérieurs	5

Chapitre II : Cadre Géologique Régional

II.1.Cadre Géologique des Maghrébides.....	6
II.1.1. domaine interne	6
II.1.2. domaine des flysch	7
II.1.3. domaine externe	8
II.1.4. flysch numidien	9
II.1.5. Magmatisme	10

Chapitre III : Cadre Géologique Local

III. Géologie du secteur d'étude	12
III.1.Introduction	12
III.2.Les formations triasiques	12
III.3.Les formations Jurassique	12
III.3.1. Le Lias inferieur et moyen	12
III.3.2. Le Lias Supérieur et dogger	12
III.3.3. Le Jurassique Supérieur	12
III.4. Le Néocomien	13
III.5. L'Albo-Aptien.....	13
III.6. Le Crétacé Supérieur.....	13

III.7. Le Nummulitique Supérieur	13
III.8. Le Miocène Inférieur	13
III.9. Le Mio-Pliocène	14
III.10. Le Quaternaire	14
III.11. Tectonique	15

Chapitre IV : Les Gisements Miniers de la Région de Bejaia

IV. Les Principaux Gisements de la wilaya de Bejaia	16
IV.1. Les Ressources minérales métalliques	16
IV.2. Les Ressources Minérales Non-Métalliques	22
IV.2.1. Les Carrières en exploitation	22
IV.2.2. Les Carrières en arrêt	29

Chapitre V : Exploitation Industrielle des gisements

V. Caractéristiques des substances minérales métalliques et non métalliques	33
V.1. Substances Non métalliques	33
V.1.1. Les Calcaires	33
V.1.2. Les Tufs	33
V.1.3. Les Gypses	33
V.1.4. Les Argiles	33
V.1.5. La Célestine	34
V.2. Substances Métalliques	34
V.2.1. Le Plomb-Zinc	34
V.2.2. Le Fer	35
V.3. Les Méthodes d'exploitation	35
V.3.1. Les Ressources minérale métalliques (exemple Gisement de Oued Amizour	35
V.3.1.1. Présentation du gisement de minerai Pb-Zn d'Amizour	35
V.3.1.2. Situation Géographique	35
V.3.1.3. Géologie du site d'étude et aperçu historique	36

V.3.1.4.Aperçu sur la minéralisation du minerai d'Amizour	37
V.3.1.5.Caractérisation du minerai (Composition minéralogique	37
V.3.1.6.Analyse Chimique du minerai	39
V.3.1.7.Distribution des teneurs	40
V.3.1.8.Méthode d'exploitation Chambre Remblayée Descendante (CRD)	41
V.3.1.9.Réserves Géologiques et principaux gisements de Pb-Zn en Algérie.....	41
V.3.2.Ressource minéral Non-métallique (exemple Gypse de Boudjellil)	42
V.3.2.1.Situation Géographique	42
V.3.2.2.Géologie de gisement	42
V.3.2.3.Exploitation des Gisements	43
V.3.2.3.A.Exploitation souterraine.....	43
V.3.2.3.B.Exploitation à ciel ouvert.....	43
V.3.2.3.C.Les méthodes de traitement du gypse	44
V.3.2.3.D.Secteur d'utilisation du gypse	44
Conclusion Générale	46

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique de wilaya de Bejaia et les différents Gisements	3
Figure 2 : Localisation des Oueds Les Plus Important dans la wilaya de Bejaia (Google Earth).....	4
Figure 3 :A),B) : Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaine des Maghrébides (modifies d’après Durand-Delga 1969	7
Figure 4 : Positions des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaine des Maghrébides (Durand-Delga, 1969 ; Vila, 1980.....	8
Figure 5 : Coupe générale synthétique des Maghrébides de l’Est Algérien (régions du constantinois). (Durand-Delga1969).....	9
Figure 6 : Répartition et âge du volcanisme récent en Afrique du nord (d’après Rosenbaum et al ; 2002).....	11
Figure 7 : Coupe géologique schématisant la position structurale du massif endogène d’oued Amizour au sein des nappes Baboriennes (en collaboration avec Y. Rouikha 2021).....	14
Figure 8 : Localisation des différents indices miniers d’oued Amizour (Chérifi Abdelhak, 2015)	21
Figure 9: Carte géologique N°26 de Bejaia 1/50000 (Documentation de l’entreprise ALGRAN)	23
Figure 10 : Position du massif d’Amizour dans le contexte structural du nord algérien (L.Mahtout, D. Merabet, 2004)	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Carrières fermées (tableau N°06 rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020)	17
Tableau 2 : Caractéristique de gisement de Bouamrane	18
Tableau 3 : Carrières fermées (tableau N°06 rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020°	19
Tableau 4 : Caractéristiques de Gisement de Béni Felkai	20
Tableau 5 : Caractéristique de Gisement de Tadergount	20
Tableau 6 : Production des carrières en activité année 2020(rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020)	24
Tableau 7 : Données sur les carrières en activité (rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020)	25
Tableau 8 : Données sur les carriers en activité Année 2020 (rapport d'activité minière de la wilaya de Bejaia)	26
Tableau 9 : Données sur les carriers en activité (rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020)	27
Tableau 10 : Situation de la carrière SNTF Bejaia (source DMI .Bejaia 2007)	27
Tableau 11 : Situation de la carrière SNC ZIANE Md LARBI Bejaia (source DMI Bejaia 2007)	28
Tableau 12 : Minéraux essentielle et secondaire hypogènes et supergène	38
Tableau 13 : Minéraux rares hypogènes et supergène	38
Tableau 14 : Résultats d'analyse par ICP du minerai	39
Tableau 15 : Composition chimique du minerai tout venant donnée par FX	39
Tableau 16 : Teneurs maximales en Pb et Zn en fonction de sondages.....	40

Liste des abréviations

ANAM : Agence nationale des activités minières

ALGRAN : Société algérienne des granulats

CETIM : Centre d'études et des services technologique de l'industrie des matériaux de construction

CRD : Méthode de Chambre remblayée descendante

DMI : Direction de mines et de l'industrie

ETR : Entreprises de travaux routiers

ENOF : Entreprise nationale des produits miniers non ferreux

ENCOTRAB : Entreprise des travaux de bâtiments

EREM : Entreprise de recherche et d'exploitation miniers

ICP : Plasma a couplage inductif (méthode d'analyses)

ORGM : Office nationale de recherche géologique et minière

SOMACOB : Société des matériaux de construction de Bejaia

SONAREM : Société nationale de recherche et d'exploitation minière

SNTP : Société nationale de travaux publics

SAPTA : Société algérienne des ponts et travaux d'Art

STRPS : Société des travaux routiers et prestation de services

WMZ : Western méditerranéen Zinc

Introduction Générale

Introduction Générale

Le but de cette étude est de mettre en valeur sur le potentiel des ressources minérales de la wilaya de Bejaia, particulier les ressources en Géomatériaux. Cette ressource présente plusieurs contributions entre autres : Doter l'industrie du bâtiment, les routes, les ponts et les chaussées de ces matériaux essentiels, etc.

- Donner à la population (en particulier aux jeunes) une opportunité d'emploi stable et durable et ainsi réduire la crise du chômage. Cette richesse minérale se présente naturellement sous deux grandes catégories
- A- Les ressources minérales métalliques (Pb-Zn, Fe) représentées en indices pas encore exploités, à l'état actuel des données.
- B- Les ressources minérales non métalliques comprenant tous les matériaux utilisés dans le domaine des travaux publics et de la construction (granulats, sables, argiles etc.). Ces substances minérales non métalliques sont très importantes dans l'industrie actuelle de la wilaya de Bejaia. L'importance de ces substances non métalliques utiles dans le domaine industriel a donné lieu à l'exploitation d'un grand nombre d'entre elles. En effet, les argiles sont exploitées pour la fabrication de briques et de céramiques, le gypse pour la préparation du plâtre et les sables pour les travaux publics.

La prospection et les recherches minière, entreprises par l'office national des recherches géologiques et minier, ORGM ont mis en évidence d'importants gisements de substance non métallifère utiles :

On peut citer par exemple :

Les calcaire qui offrent de grand possibilités pour le développement d'unités de traitement des granulats ils sont les plus réponsus dans la wilaya : entre autre Col Kefrida (Aoukas), Boulimat, Adrar Oufernou (ce dernier avec une capacité de 27 400 000 tonnes de réserve estimées). Cependant, leur valorisation nécessite le plus souvent des études d'évaluation plus précises

- C- Le gypse pour la fabrication du plâtre est exploité dans la région de Boudjellil avec une capacité de productions 20000 m³/an.
- D- Les Argiles d'oued remila-Tinebdar avec une capacité de productions 75000 m³/an.

Ce travail, du fait de la pandémie du Covid-19, ne reste qu'une contribution purement bibliographique basée sur quelques données éparses et qui pourrait être enrichie par d'autres acteurs aux futures

L'objectif du travail est de connaître les richesses minières de la wilaya de Bejaia quel que soit métallique ou non métallique et son exploitation

Notre plan de travail est comme suit :

- Chapitre Premier : les Généralités
- Chapitre deuxième : Le Cadre Géologique Régional
- Chapitre Troisième : Cadre Géologique Local
- Chapitre Quatrième: Le gisement minier de la région
- Chapitre Cinquième: Exploitation industrielle des gisements
- Conclusion Générale

Chapitre I :
Les Généralités

I. Présentation du secteur d'étude

I.1.Situation géographique

COMMUNES DE LA WILAYA DE BEJAIA (BGAYET)

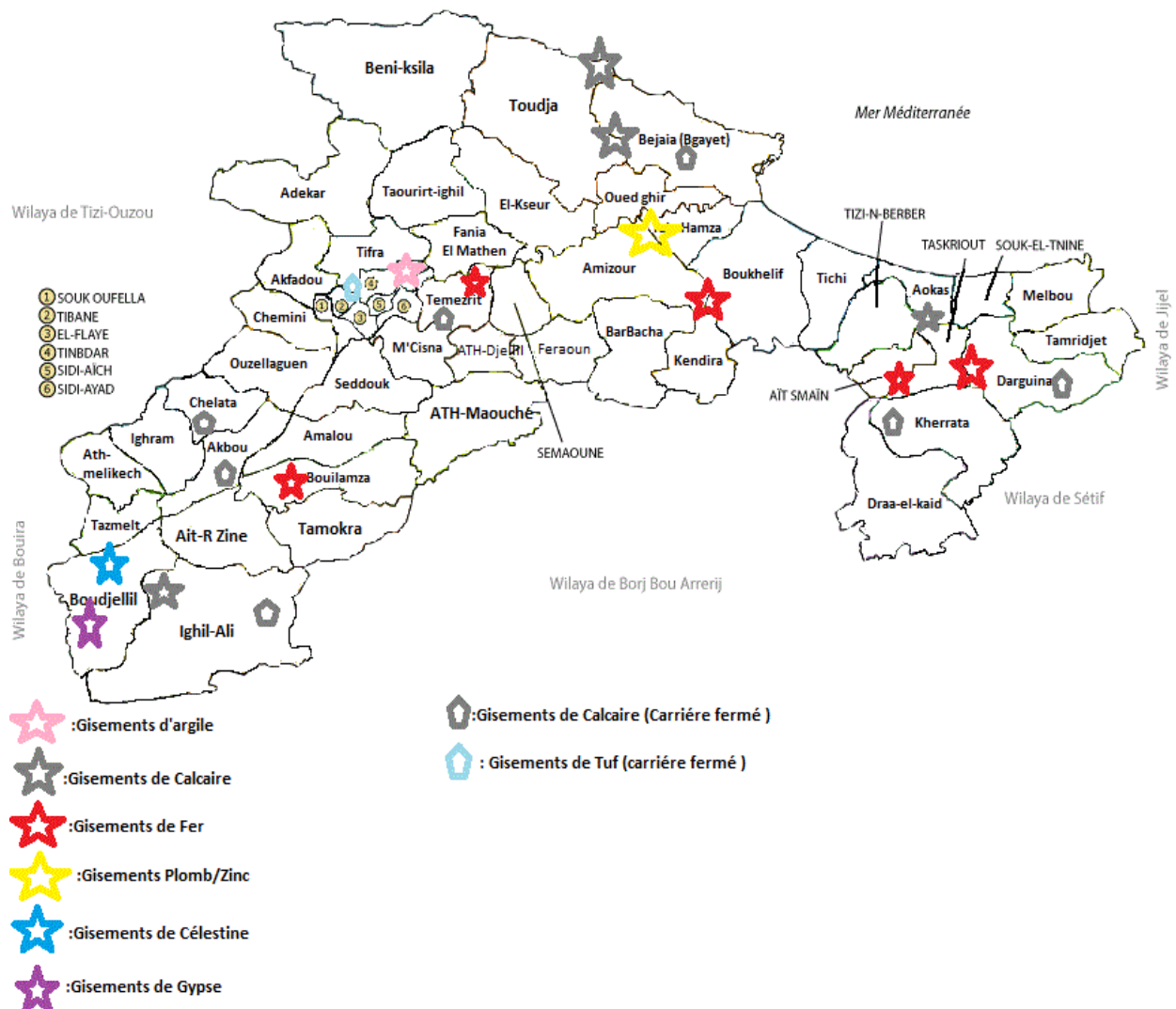


Fig.I.1. : Localisation géographique de wilaya de Bejaia et les différents Gisements

La wilaya de Bejaia, est une wilaya algérienne située au Nord du pays, dans la région de la Grande Kabylie. Sur sa côte méditerranéenne, à une distance de 230 KM à l'Est d'Alger.

- Elle a une superficie de 3268 km². Et elle est limité par :
- A l'ouest par la wilaya de Tizi-Ouzou
- Au Sud par la wilaya Bordj Bou-Arreridj
- Au Sud-Ouest la wilaya Bouira

- A L'est par la wilaya Jijel
- Au Sud Est par la wilaya Sétif
- Au Nord par la mer méditerranée

La Wilaya de Bejaia se localise entre le grand massif de Djurdjura, des bâbors et des Bibans,

La superficie de la région est répartie avec une grande diversité en ce qui concerne son relief et ses ressources. Le fait qu'il y ait une multitude de montagnes dans la région ne fait que les villages soient cachés dans les vallées et les plaines de la côte, en effet, elles occupent plus de la moitié du territoire.

- Au Nord le grand massif du bouhatem et le massif du Djurdjura,
- Le Sud est surplombé par le massif du bousselam et les bâbors
- En plein milieu de la région se trouve la vallée de la Soummam, qui sépare les montagnes.

I.2. L'Hydrographie

La wilaya de Bejaia est traversée par plusieurs fleuves drainant les eaux superficielles de ruissellement vers la mer, les fleuves les plus importants sont : - Oued Soummam

- Oued Daas - Oued Djemaa - Oued Agrioun

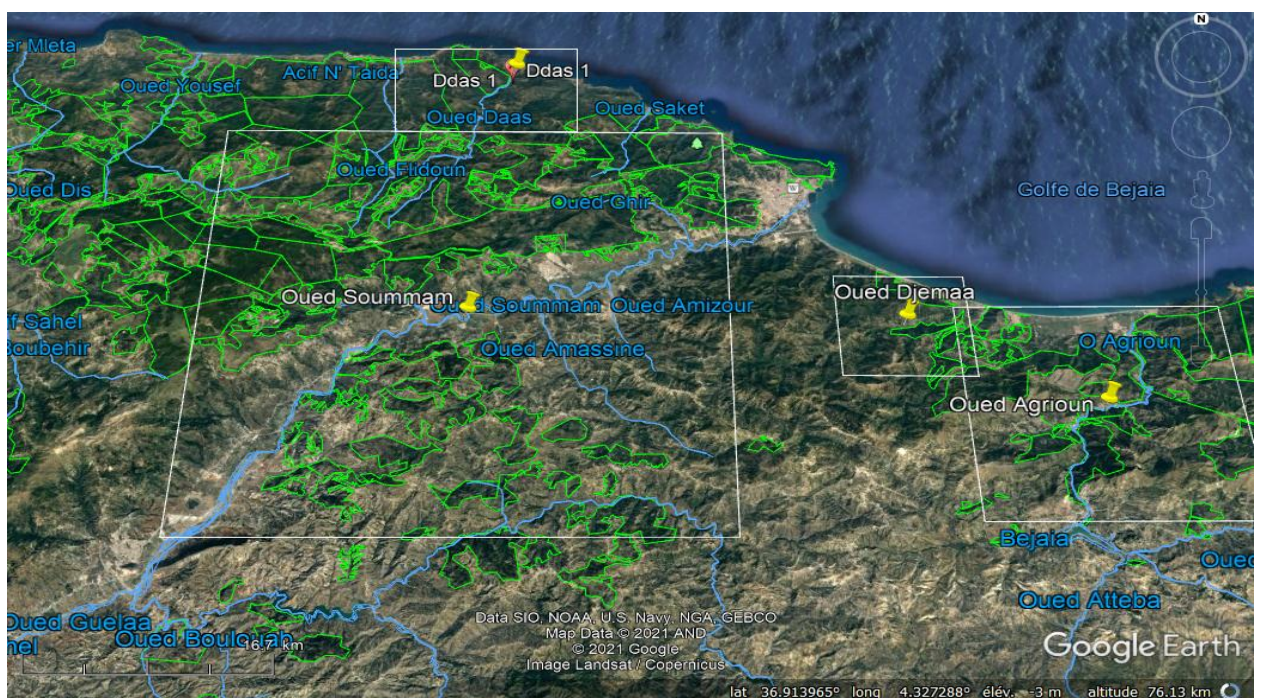


Fig.I.2 : Localisation des Oueds Les Plus Important dans la wilaya de Bejaia (Google Earth)

I.3. Le Climat

La wilaya fait partie du bassin versant de l'oued Soummam. Bejaïa et la vallée de la Soummam inférieure bénéficient d'un climat méditerranéen. Il est généralement humide avec un léger changement de température saisonnier. Les températures moyennes sont globalement douces et varient de 11,1 °C en hiver à 24,5 °C en été.

I.4. Les Travaux Antérieurs

- La première autorisation a été accordée à GRASSECHI en 1898 pour exploiter le minerai de fer et de manganèse de Beni Felkai.
- En 1900 (Source : Témoignage de l'ex directeur, Ahmed Berkani) année de création de la mine de Timezrit
- Entre 1908 et 1910 ont été réalisées les installations d'évacuation du minerai vers la France ,comprenant à la base, un plan incliné de 30% avec un automoteur, puis une voie ferrée et une station d'embarquement au lieu-dit ' Les falaises' (Melbou).gisement de béni Felkai
- En 1910, 1200000 tonnes de minerai ont été extraites du gisement de béni Felkai

- En 31 décembre 1918, le premier permis de recherche du gisement de Bouamrane d'après Le rapport de Noirot (Direction des mines de Bejaia)
- En 1926, L. Glangeaud réalisa une étude sur les roches endogènes de l'Algérie (Oued Amizour figure parmi les réseaux étudié)
- Des géologues soviétiques de la SONAREM, étaient les premiers qui ont cité en 1968 le gisement de Célestine
- Entre 1974 et 1977, L'EREM (entreprise de recherche et d'exploitation minière) a réalisée des travaux de recherche et de prospection au niveau du gisement d'Adrar Oufernou
- A la fin des années 1980, L'ENOF à essayer d'intéresser une société japonaise et puis une autre allemande spécialisée dans la Célestine
- En 2011, H.Abderrahmane, réalise une étude gîtologique et géochimique des minéralisations liées aux roches magmatiques d'Oued Amizour.
- En 2019, A. Lekoui, les minéralisations liées au magmatisme tertiaire de la région d'oued Amizour : géochimie, gitologie et étude des isotopes stables

Chapitre II :
Cadre géologique Régional

II. CADRE GEOLOGIQUE

II.1. CADRE GEOLOGIQUE DES MAGHREBIDES

La chaîne des Maghrébides ou la chaîne alpine de l'Afrique du Nord fait partie de l'orogénèse alpine périmé-diterranéenne (Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis le sud de l'Espagne jusqu' à l'arc calabro-sicilien (Figure.2. (A)).

Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue, habituellement :

- E- les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne,
- F- Et les zones externes situées à sa périphérie.

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques qui ont conduit à la mise en place de nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone. En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du Nord au Sud les domaines suivants Fig. 2. (B).

II.1.1. Le domaine interne

G- Socle Kabyle

Le domaine interne est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique (Delga, 1955). Ce socle affleure D'Ouest en Est dans les massifs du Chenoua (à l'Ouest d'Alger), en Grande Kabylie et en Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda). ce dernier avec 120 Km de long et 30 KM de large c'est le plus grand dans l'Algérie. Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur Miocène inférieur, appelés Oglio-Miocène Kabyle. Le socle kabyle est bordé au Sud par les unités mésozoïques et cénozoïques de la Dorsale Kabyle appelée parfois « chaîne calcaire ». Ce domaine est exceptionnellement étroit et ne dépasse jamais quelques km de largeur.

H- La dorsale kabyle : Elle a été subdivisée du Nord au Sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale interne, médiane et externe du côté Sud, un contact anormal sépare la Dorsale kabyle du domaine des flysch.

II.1.2. Le domaine des flysch

Le domaine des flysch est constitué par des nappes de flysch créacés-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales sur 800 km de long, entre Mostaganem et Bizerte (Tunisie). Il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités. Ces flysch se présentent de trois manières :

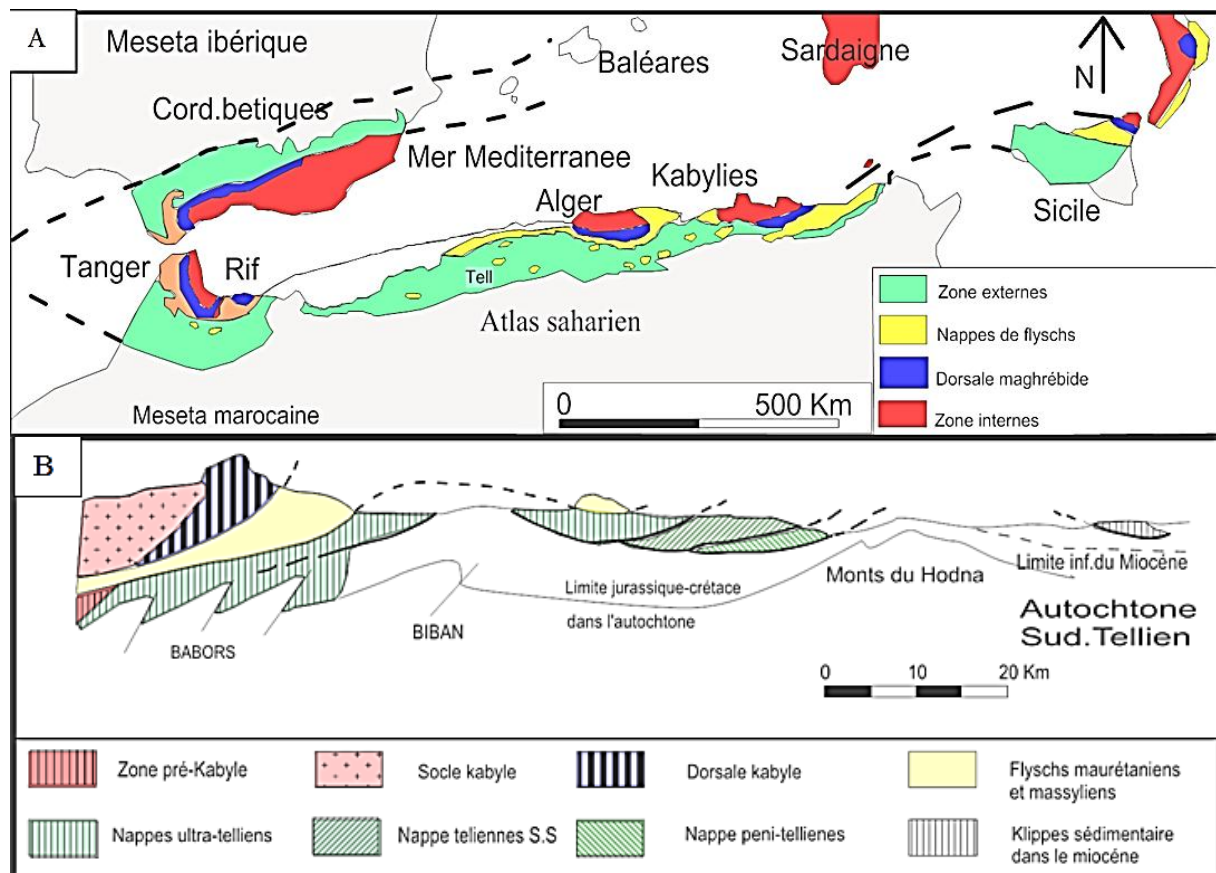


Fig. II.3. A) ; B) Rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des Maghrébides (modifiés d'après Delga, 1969).

En position interne, superposés aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétro charriés sur les zones internes, et appelés flysch nord-kabyles en position relativement externe à la bordure sud de la dorsale kabyle (flysch sud- kabyle).

Et enfin, en position très externe, sous forme de masse isolées flottant sur le Tell charriés jusqu'à une centaine de kilomètres au sud.

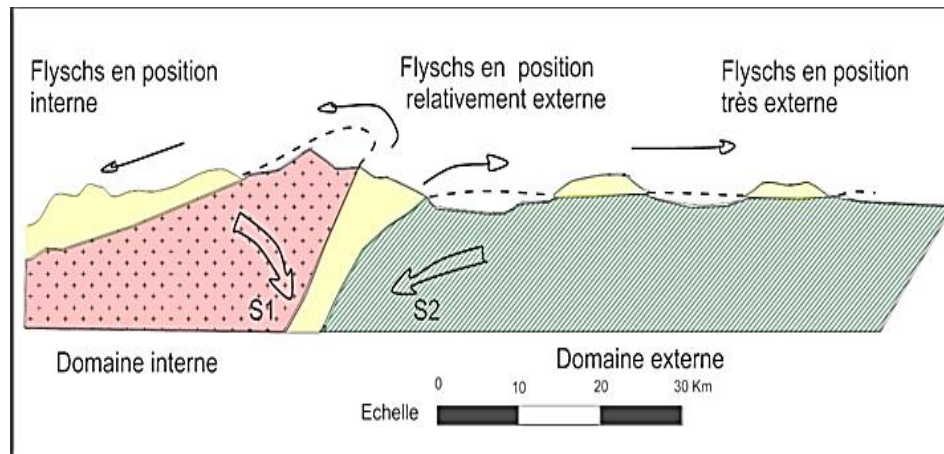


Fig. II. 4. Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides,
(Delga, 1969 ; Vila, 1980).

On distingue du Nord au Sud deux grands groupes de flysch, les flysch mauritaniens et les flysch massyliens auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flysch plus récent, les flysch numidiens d'âge Oligocène supérieur – Burdigalien inférieur.

A) Les flysch mauritaniens

Ce terme a été proposé pour la première fois par (Gérald, 1969). Les flysch mauritaniens ont relativement épais et occupent une position interne dans le domaine des flysch. Ils sont composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

B) Les flysch massyliens

Les flysch massyliens occupent une position externe dans le domaine des flysch et comportent une série pélipto- quartzitique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série pélipto-micro-bréchiq ue d'âge Crétacé supérieur

II.1.3. Le domaine externe

Le domaine externe ou le domaine tellien, constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. On distingue du Nord au Sud (Vila, 1980).

A) Les nappes ultra-telliennes

Elle est caractérisée par des formations bathyales du Crétacé et de l'Eocène et une série plus détritiqu e au Sénonien et à l'Eocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massyliens. (Delga, 1969).

B) Les nappes telliennes sensu-stricto

Elles sont formées de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le crétaqué qui, détritique, devient marneux à argilo-calcaire et enfin, l'Eocène aux marnes épaisses

C) Les nappes péni-telliennes

Les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont des formations carbonatées et marneuses. Les nappes péni-telliennes, définies dans l'Est algérien, présentent des caractères proches de ceux du néritique constantinois, structurées au Miocène moyen qu'on appelle séries de l'avant-pays allochtone ou tellien et se placent entre les nappes telliennes au Nord et l'autochtone ou para-autochtone atlasique au Sud (Vila, 1980). On distingue ainsi d'ouest en est :

- L'ensemble allochtone sud-Sétifien
- La nappe néritique Constantinoise
- L'unité des écaïlles des Sellaoua

La figure 4 montre un exemple d'agencement des différents domaines et unités cités précédemment en Algérie (exemple du Constantinois, Algérie nord-orientale).

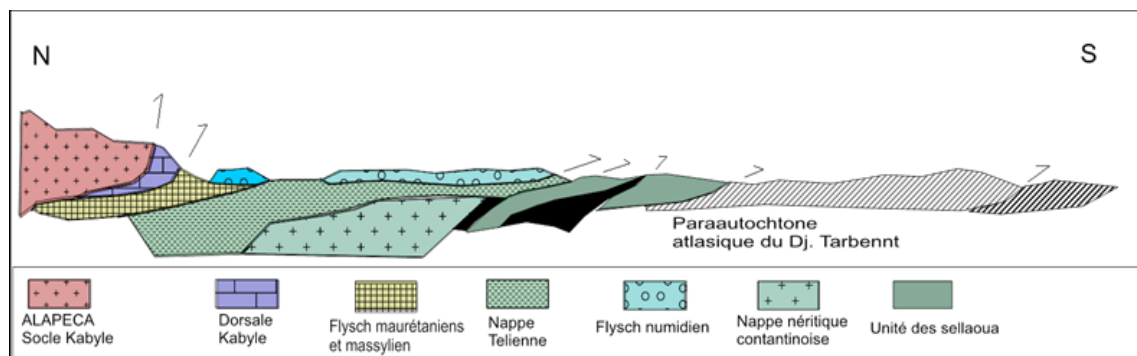


Fig. II. 5 Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est algérien (région du Constantinois).

(Delga, 1969)

1.4. Les flysch numidiens

Les flysch numidiens sont constitués de niveaux gréseux d'âge oligocène terminal – aquitainien, épais de plusieurs centaines de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes (Vila, 1980). Ces flysch reposent anormalement à la fois sur les zones internes et sur les zones externes.

II.1.5. Le magmatisme

Le littoral algérien est jalonné depuis Annaba à l'Est, jusqu'à la frontière Algéro-marocaine à l'Ouest, par un ensemble de roches magmatiques effusives et intrusives d'âge tertiaire dont la mise en place est liée à l'évolution géodynamique de la méditerranée occidentale. On trouve les témoins de ce magmatisme tertiaire tout autour de la méditerranée, au Maroc, en Espagne, en France, en Italie et en Tunisie. D'après Semroud, (1981) ces manifestations volcano-plutoniques sont localisées dans des régions bien distinctes : Annaba, Filfila, Collo et Bougaroun, El-Aouana, Bejaïa-Amizour, Cap Djanet, Cherchell et l'Oranie.

Les premières manifestations magmatiques post-orogéniques ont eu lieu à l'Oligocène supérieur et à l'Aquitaniens (Revier et al, 1977), mais ces dernières sont très discrètes.

C'est au cours du Burdigalien – Langhien que l'activité magmatique prend toute son ampleur (Vila et al, 1974 ; Bouillin et Kornprobst, 1974 ; Bouillin, 1977 ; Semroud, 1981 ; Ouabadi et al, 1992, 1994; Semroud et al. 1994; Laouar et al. 2002; Laouar et al. 2005). Cette activité est caractérisée par la mise en place d'un magmatisme de différentes natures :

Un magmatisme à caractère calco-alcalin localisé à l'Edough, Cap de fer, Cap Bougaroun, d'el Aouana et Oued Amizour.

Un magmatisme à caractère alcalin mis en place dans l'Oranais.

Un magmatisme à caractère exprimé surtout dans la région de Filfila.

localisation		région	facies	Age (Ma)
Est Algérien	Nord Constantinois	Edough	Granites-microgranites	15
		Cap de fer	Rhyolites	15
		Filfila	granites	15-22
		Collo	Microgranites	16-22
		Cap Bougaroun	Granites	16-22
		El Aouana	Diorites	14-15
		Amizour	Diorites Monzogranites Andésites rhyolites	22 15-16 18 12
Centre	Algérois	Dellys	Basaltes	19-16
		Cap Djinet	Basaltes	12-13
		Thénia	Granitoïdes	13-16
		Zemmouri-El kerma	Granitoïdes	16
		Cherchell	Monzogranites Microgranites Syénites Andésites	12-13 12-13 13
		Miliana	microgranites	15-16
Ouest algérien	Oranie	Tifferraouine	Andésites	10-12
		Djebel Touila	Andésites	10-11
		Hammam Bou ghrara	Rhyolites	15
		Filaoussena	Basaltes	8-7
		M'sidra	Andésites	7

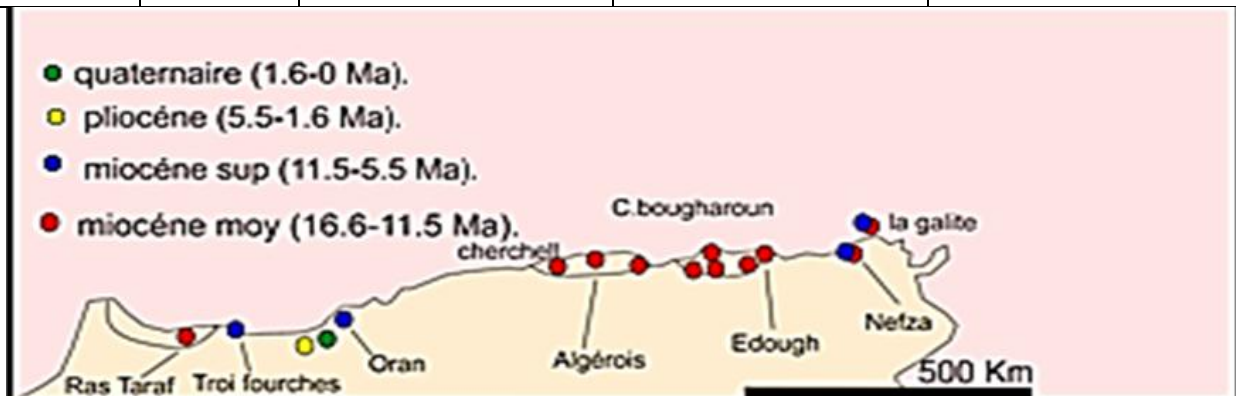


Fig. II. 6. Répartition et âge du volcanisme récent en Afrique du Nord (d'après Rosenbaum et al. 2002)

Chapitre III :

Le cadre géologique local

III. Géologie du secteur d'études

III.1.Introduction

La wilaya de bejaia caractérisé par des formations allons du trias jusqu'au le Quaternaire.

On note l'absence des formations éocène et oligocène

III.2. Les formations triasiques

Dans la région de Bejaia le trias correspond aux terrains les plus anciens connus dans la région, ils n'affleurent jamais en position stratigraphique normale, mais sous forme des diapirs ou le long d'accidents tectoniques, les formations triasiques dans la région sont représentées par des terrains sédimentaires essentiellement, des argiles bariolées et des gypses. (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.3. Les formations Jurassiques

Les affleurements jurassiques se présentent par des terrains sédimentaires, localisés dans la partie sud -ouest, centrale et nord-est, avec des épaisseurs variables, il s'agit de :

III.3.1.Le lias inférieur et moyen

Les affleurements du lias inferieur et moyen sont localisés dans la partie sud-ouest, la partie centrale, et dans la partie nord-est de la région, représentée par des calcaire et des dolomies. Les épaisseurs des affleurements sont variés, on observe qu'il y'a des épaisseurs importantes dans la partie sud-ouest et nord-est, alors que les épaisseurs dans la partie centrale, sont peu importantes

III.3.2. Le Lias supérieure et Le dogger

Les affleurements du lias supérieur et dogger consistent à une puissante assise d'épaisseurs importantes, orienté seulement dans la partie nord-est de la région de Bejaia, ces affleurements constituent essentiellement des marnes et des marnes calcaires

III.3.3. Le Jurassique supérieur

Les formations de cet ensemble supérieur affleurent dans la partie sud-ouest et la partie nord-est de Bejaia, cet ensemble est constitué principalement par des calcaires et des marno- calcaires

(Service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.4. Le néocomien

Les formations néocomiennes de la région de Bejaia affleurent presque dans les mêmes endroits où il y'a les affleurements de jurassique supérieur dans la partie sud-ouest et même dans la partie nord-est de la région avec des épaisseurs peu importante (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.5. L'Albo-Aptien

Les affleurements de l'Albo-Aptien occupent de grands surfaces, elles s'étalent dans la partie ouest jusqu'à la partie est, on trouve aussi des affleurements d'épaisseur importantes dans la partie nord et même dans la partie sud de la région cette formation représente les flysch (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.6. Le Crétacé supérieur

Les formations du crétacé supérieur occupent une surface importante dans la région, elles s'étalent le long de la direction sud- ouest jusqu'à le nord-est avec des épaisseurs variables, elles est constituées principalement par trois formations différentes :

- la première ce sont les flysch qui occupent une grande partie de crétacé supérieur

- la deuxième formation constitue des marnes et marno-calcaires,

- et la dernière formation formée par des conglomérats (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.7. Le Nummulitique supérieur

Les formations nummulitiques supérieures occupent la partie la plus importante de la région surtout la partie nord est la partie sud ; on trouve aussi quelques affleurements dans la partie centrale de la région. Cette partie est représentée principalement par des flysch, des brèches et des conglomérats ; on observe toujours que les formations qui occupent la plus importante surface sont représentées par des flysch, alors que les formations conglomératiques forment des affleurements peut importants. (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.8. Le Miocène inférieur

Dans la région de Bejaia on trouve que les formations du miocène inférieur sont formées essentiellement dans la partie sud de la région, et constituée principalement par des argiles avec quelques affleurements des calcaires, des grés et des conglomérats (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.9. Le Mio-Pliocène

Les affleurements du Mio-Pliocène sont localisés et dispersés dans la partie sud-est de la région de Bejaia, formé essentiellement par des argiles bleues et des brèches. (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

III.10. Le Quaternaire

Les formations du quaternaire affleurent essentiellement dans la partie sud de la région, avec quelques petits affleurements dans la partie nord. (service de la carte géologique de l'Algérie 1960)

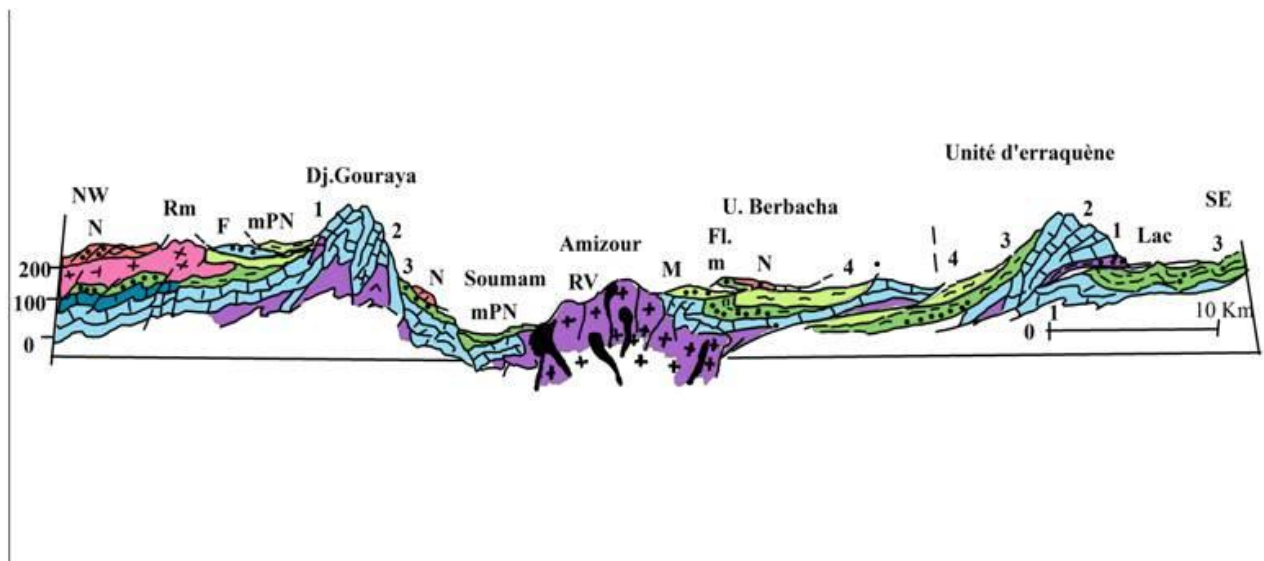


Fig. III. 7 Coupe géologique schématisant la position structurale du massif endogène d'oued Amizour au sein des nappes Baboriennes (en collaboration avec Y. Rouikha 2021)

Légende

Nappes telliennes Bâbors : unité de bâbors Gouraya, sous unité de Barbacha et unité d'Erraguene a matériel mésozoïque admettant de nombreuses lacunes et discordance

-**T :** Trias **1 :** Lias **2 :** Dog/Malm **3 :** crétacé **4 :** Crêt Sup (Sénonien dominant)

Nappes de flysch : **M :** mauritanien, **m :** massyliens, **N :** numidien **mPN :** miocène post nappes, **Rv :** roches volcaniques du massif endogène, **Rm :** écaille du socle métamorphique

III.11. Tectonique

La région de Bejaïa-Amizour est marquée par une intense activité tectonique, Leikine (1971)

distingue trois phases tectoniques majeures responsables de la structure de cette région, cette tectonique selon Benali (2007) est essentiellement cassante, et la plus importante phase de fracturation est attribuée au Langhien et au Pliocène (in Abderrahmane, 2011). La région d'étude est affectée par des accidents de direction E – O ($\Phi 1$, d'Ait Ayeb, Tizi Ouchène et Takrant-Nait Larbi) (Fig. I-4), qui provoquent la formation de horsts et de grabens (Fig. I-5).

A ces accidents, est associée la faille plurikilométrique de Bouzenan – Ait Bouzid, de Direction N° 140E. Elle recoupe le massif en son milieu, tardif par rapport aux accidents E – O (Graine, 1997). Probablement décrochant à jeu dextre (Hssissène, 1989), il joue un rôle important dans l'histoire volcanologique et gîtologique du massif (Graine, 1997). Cet accident correspond à une portion d'une ligne tectonique de plus 600 Kilomètres de long (Graine et Marignac, 2001). Il s'agit d'un accident régionale dénommé Négrine – Bejaïa (Négrine est située non loin de la frontière algéro-tunisienne) (Kazi-Tani, 1986).

Ces accidents ont joué en centres d'émission à partir du Miocène (Graine et Marignac, 2001), et

Ont permis la mise en place des volcanites. Enfin, la tectonique pliocène se manifeste par des jeux verticaux entraînant la surélévation du Djebel Gouraya sur plus de 1000 mètres.

Chapitre IV :

Les gisements miniers de la région de Bejaia

IV. Les Principaux Gisements de la wilaya de Bejaia

Dans ce chapitre, l'accent sera mis sur les principaux gisements que la wilaya de Bejaia en possède, ces derniers se répartissent en gisements métalliques et non métalliques :

IV.1. Ressources minérales métalliques

Tous les gites et indices de la région montrent des conditions géo-structurales analogues ou proches dans la localisation des amas de minerai. Ces formations sont basées sur les données de la direction des mines de la Wilaya de Bejaia :

IV.1.1. Gisement ferrifère de Gueldaman

La région d'étude est située à quelque kilomètre au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de bejaia, elle concerne une partie des Bâbors occidentaux, précisément le gisement est situé dans le massif de l'Adrar Gueldaman. Ce dernier termine à l'Ouest les monts de la kabylie des bâbors.

Le Djebel Gueldaman fait partie intégrante des Bâbors d'Akbou, ce dernier compte parmi les structures les plus complexes de la chaîne des Bâbors.

Le gisement ferrifère de Gueldaman a donné des tonnages relativement importants dans le passé. Il appartient au domaine des nappes telliennes qui comprennent une série de gisement et d'indices ferrifères.

L'unité de Bou Hamza qui comporte le massif de Gueldaman est constitué par des formations sédimentaires attribuées au Jurassique avec un autre petit secteur (piton d'Akbou) qui est constitué par des couches de calcaire liasique, sa disposition structurale est le résultat d'un ensemble d'événements tectoniques.

Les roches encaissantes des minéralisations sont des calcaires, calcaire dolomitique du lias, elles sont en contact anormal avec les formations Schisteuses du crétacée inférieure de l'unité de Bou Hamza.

La minéralisation est essentiellement ferrifère représentée par une séquence para génétique simple avec comme minéral métallique principal de l'hématite, à degré moindre la goethite associés à de la calcite et de la barytine et du quartz. La minéralisation est encaissée dans les calcaires et calcaire dolomitique du Lias et elle présente un control structural, elle est liée à un accident sensiblement Est-ouest, et présente un pendage vertical et se manifeste aussi par endroit par un remplissage de poche karstique.

Quant à l'origine de la minéralisation (hypothèse génétique), on peut simplement dire que nous n'avons pas assez de donné pour pouvoir proposé un modèle génétique. Toutefois et d'après les

travaux de certain auteurs ayant travaillé dans la région, il semblerait que le minerai primaire est sidéritique situé sous le niveau hydrostatique, qui a donné naissance à des Minéralisations secondaires oxydées constitué d'hématite, goethite et limonite.

TAB.IV.1. Carrières fermées (tableau N°06 rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020)

Nom de l'exploitant	Localisation du gisement	Année de mise en service	Références du permis minier	Capacité de production (m ³ /an)	Effectif perdu	Motif
ALGRAN Gueldaman	Gueldaman Amalou	Activité jamais démarrée	N°5213P M Du 27/07/08	500 000	173	Opposition Des propriétaires des terrains à l'implantation de la station de concassage dans le village minier. Décision de retrait du titre minier n°26/2013 du 20/07/2013

IV.1.2. Gisement de fer sis à Bouamrane

Le massif de Bouamrane se trouve au nord-est de l'Algérie, c'est un massif de la chaîne des Bâbors occidentaux qui se trouve à une latitude de 36° 34'60''N et une longitude de 5° 01'60''E, son altitude moyenne est de 1098 m au-dessus du niveau de la mer. La mine de Bouamrane se trouve dans le massif portant le même nom. Elle est située à 57 km au sud de la ville de Bejaia, près d'Oued Djemaa aux frontières de 3 communes : Boukhlifa, Barbacha et Kendira.

Le massif de Bouamrane se situe dans la partie occidentale de la chaîne des Bâbors (Leikine, 1971), il appartient à l'unité de Barbacha qui fait partie de l'unité tellienne charriée.

L'exploitation de cette mine riche en fer, et même en d'autres minerais comme le zinc et le phosphate, avait débuté en 1926, avant de cesser pendant la guerre de libération, en 1957. Quelques infrastructures restent visibles au niveau de ce site en ruine, avec des pylônes du téléphérique qui servaient de moyen de transport du fer vers le port de Bejaia.

Les pouvoirs publics avaient montré, en 2009, une volonté d'investir sur ce trésor en attribuant l'exploitation de la mine, par adjudication administrative, à une entreprise privée de la

région de Boussaâda, et une étude d'exploration de 3 ans a été déposée auprès du ministère de l'Energie et des Mines. Mais en 2012, après achèvement de cette phase d'exploration, l'Algérienne des Mines avait annulé la décision d'attribution du marché qui devait déboucher à la phase d'exploitation.

Caractérisé par la présence de sidérite, hématite, goethite et limonite en Forme de runes et nids encaissées dans les dolomies et calcaires dolomitiques du Lias où les Teneurs de fer varient entre 35-55%.

TAB.IV.2. Caractéristique de gisement de Bouamrane

Situation géographique	Roche encaissante	Contact minéral- encaissant	Morphologie des corps minéralisés	Constituants minéralogiques	Texture du minéral	Mode du gisement
Situé à 57KM au Sud de Bejaia.	Calcaires dolomitique du Lias et les marnes noirs du trias.	Contact perméentose Contact tectonique le long d'une faille.	Corps minéralisés en amas, et en amas d'allure filonienne, de tailles variables de carbonate de fer.	Sidérite, goethite, Hématite et Barytine, pyrite, gypse.	Massive, botroyidale, pulvérulente, bréchique, boxwork.	Hydrothermale

IV.1.3. Gisement d'Ighzer Haroun Timezrit

La commune de Timezrit est située au Sud-Ouest de Bejaia dont elle est distance de 50Km, el had véritable carrefour des villages voisins et son chef-lieu. La superficie de la commune est de 38,09 km² et s'étendu sur plus de 06 Km de Adrar Ougherbi (1.138m) et l'Azrou-n-Tachakout (784m) au sud, jusqu'à la vallée de la Soummam que traverse le fleuve éponyme au nord où les altitudes sont relativement basses.

Administrativement, elle est délimitée par les communes suivantes :

Au nord : par Fenaya, Au sud par : M'cisna et Beni-djelil, à l'est : par semaoune, à l'ouest : par sidi Ayad et sidi aich.

Il est caractérisé par la présence de goethite, lépidocrocite encaissée dans les calcaires dolomitiques du Lias inférieurs, la morphologie des corps minéralisés est en amas de faible dimension où les teneurs de fer sont entre 50 et 60%.

TAB.IV.3. Carrières fermées (tableau N°06 rapport d'activité minière de la Wilaya de Bejaia Année 2020.

Nom de l'exploitant	Localisation du gisement	Année de mise en service	Références du permis minier	Capacité de production (m ³ /an)	Effectif perdu	Motif
ALGRAN Timezrit	Ighzer Haroun Timezrit	1978	N°1055 PM Du : 10/05/2003	130 000	30	Depuis le 21/04/2011 suite au sabotage perpétré par les habitants du Village d'El Kalaa affectation du personnel et transfert des équipements vers d'autres carrières de la filiale ALGRAN. Décision n°1895/PCD/ANAM/2015 Du 24/05/2015, portant fermeture de la carrière L'entreprise est saisie pour procéder à la sécurisation du site et remise en état des lieux

IV.1.4. Gisement de Béni Felkai (1)

Le secteur de Béni Felkai est situé à proximité de littoral méditerranéen, lié administrativement à la wilaya de Bejaïa. Il se trouve à environ 42 km au Sud-est de la ville, à 70 km au SW de Jijel et à une dizaine de Kilomètre au Nord de Kherrata. Il a pour coordonnées Lambert : X=735-736m et Y=363-364m.

Le massif de Beni Felkai situé dans la partie méridionale de l'unité tellienne d'Erraguene à matériel jurassico-Crétacé est orienté N100°E. Il comprend des minéralisations d'oxydes et hydroxydes de fer accompagné par du cuivre gris.

(1)[DMI.Bejaia.2020]

TAB.IV.4. Caractéristiques de Gisement de Beni Felkai

Situation géographique	Roche encaissante	Contact minéral- encaissant	Morphologie des corps minéralisés	Constituants minéralogiques	Texture du minéral	Mode du gisement
Situé à 42 Km au SE de Bejaia.	Calcaire dolomitique du Lias.	- Contact par météno- matose - Contact par faille.	Corps minéralisé en amas irrégulier.	cuivre gris chalcopyrite et pyrite. goethite, hématite ; malachite, azurite covellite- digénite.	Box work, en croûte ondulée, botryodale.	Hydroth- ermale

IV.1.5. Gisement de Tadergout

On y observe d'une part des bancs de calcaires dolomitiques du Lias, et d'autre part des marnes schisteuses du Crétacé inférieur. Le Lias contient un amas de limonite alors que le Néocomien est traversé par des limonites en petits filons. Leur remplissage est formé de cuivre gris essentiellement, avec peu de sidérite et de baryte. Le remplissage d'autres filonnets comprend de la pyrite abondante en gros amas, des traces d'arséno- pyrite, chalcopyrite et cuivre gris.

(1)

TAB.IV.5. Caractéristiques de Gisement de Tadergout

Situation géographique	Roche encaissante	Contact minéral- encaissant	Morphologie des corps minéralisés	Constituants minéralogiques	Texture du minéral	Mode du gisement
Situé à l'W de Beni-Felkai	Calcaire dolomitique du Lias.	- Contact par faille.	Amas plus au moins lenticulaires d'allures irrégulières.	cuivre gris, pyrite, Sidérite. Baryte, quartz, calcite.	botryodale, pulvérulente s, bréchique, et boxwork.	Hydroth- ermale

IV.1.6 .Le Gisement de Zinc dans les communes d'oued Amizour /Tala Hamza

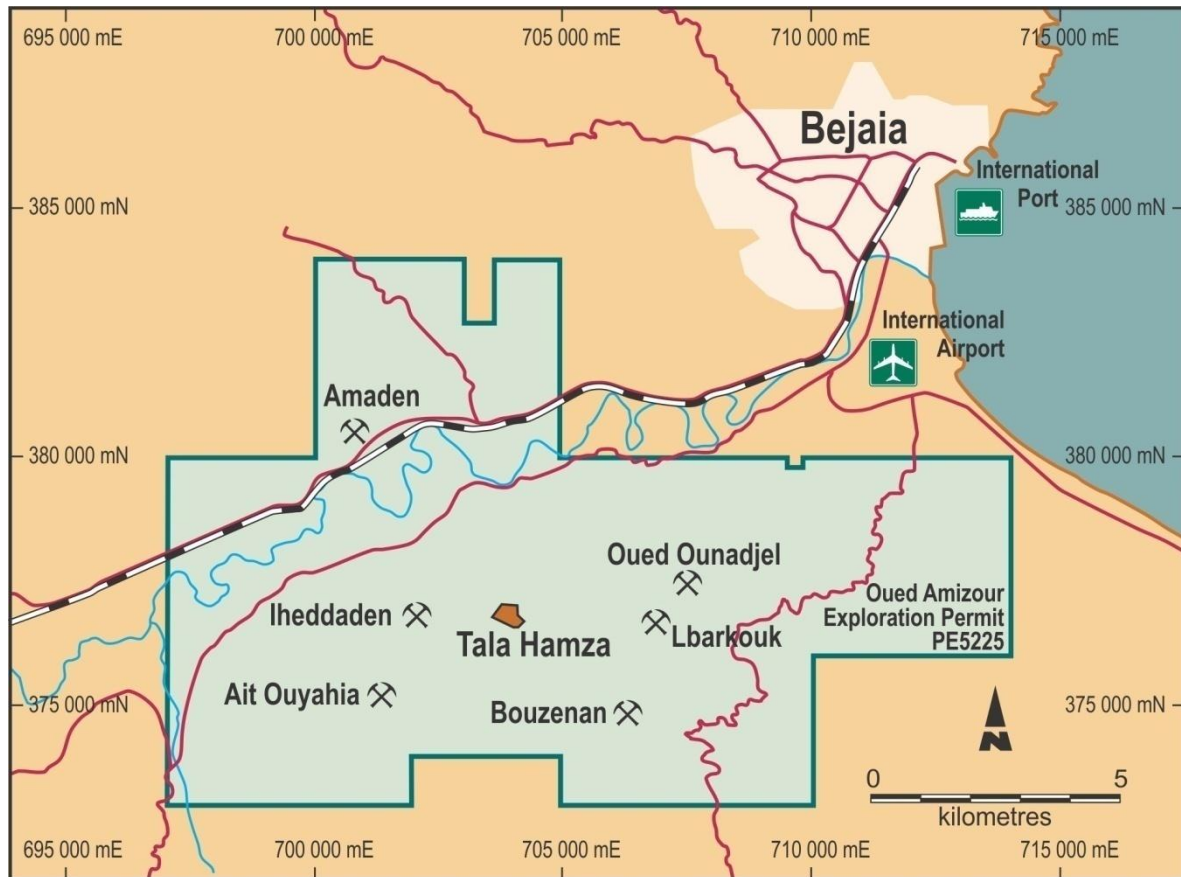


Fig.IV.8 Localisation des différents indices miniers D'Oued Amizour (Chérifi, 2015)

Le gisement de Tala Hamza est situé 10 Km du Sud-ouest de Bejaia et à 250 Km à l'est d'Alger .Il est situé à la frontière des daïras Amizour et Tichy. Il tient son nom de la ville de Tala Hamza, qui est situé près du gisement, dans la daïra de Tichy .Il est limité par :

Nord : L'Oued Soummam .

Sud : Les monts de Barbacha et de Beni Ourtilane.

Est : l'Oued Djemaa.

Ouest : L'Oued Amizour qui est un important affluent de la Soummam.

Plusieurs phases tectoniques ont affecté la région de Bejaïa-Amizour, elles sont essentiellement attribuées au Langhien et au Pliocène.

Parmi ces accidents nous citerons :

L'accident d'Arbalou de direction N 70° qui joue en décrochement senestre incliné vers le Nord (Hssissène, 1989).

Un accident de direction E-W, appelé l'accident d'Achellouf a un âge post-Langhien. Il est décrochant probablement dextre (Hssissène, 1989) et sépare le domaine septentrional du domaine méridional.

La direction sublatitudinale est fréquente dans l'ensemble des Bâbors et dans le Mio-plioquaternaire du pourtour méditerranéen. À l'échelle du massif d'Oued-Amizour, la direction est-ouest est représentée par :

L'accident de Takrant- Naît-Larbi (15 Km de long) est constitué par une série de failles orientées est-ouest qui est soulignée par une zone de broyage dans les rhyolitoïdes, ce qui indique un rejet tardif après la mise en place de ces laves. (K. Graine, 1997). L'accident de tizi-ouchène plurikilométrique est sub- latitudinal parallèlement à l'accident de takrant-nait-larbi.

L'accident d'aït ayed est de direction sub- latitudinale, il limite au nord le massif de timenachine. A ces accidents, s'ajoutent des failles plurikilométriques (N140°-150°), on cite : la faille de bouzenan- aït bouzid de direction N140° qui traverse le massif et se prolonge vers le Nord, passant par le secteur d'Amadène.

Une tectonique pliocène se manifeste par des jeux verticaux responsables de la surélévation des calcaires jurassiques du djebel gouraya (Graine, 1997).

La tectonique souple résultant des mouvements orogéniques miocènes est représentée par : Les anticlinaux et synclinaux de djebel gouraya et d'arbalou, de direction WNW-ESE.

Ceux de la nappe de flysch intensément replissée. Ces plis peuvent être contemporains aux accidents post-nappes (Duplan, 1960 et Semroud, 1981).

Le mènèrai se caractérise par la présence principalement de pyrite (minéralisation polymétallique Zn-Pb, de la sphalérite, de la galène, de la marcassite et de la melnicovite. Les minéraux de gangue sont représentés par le quartz, la séricite, la kaolinite et la calcite.

IV.2. Les Ressources Minérales Non Métalliques

IV.2.1. Les Carrières en exploitation

IV.2.1.1. La carrière de calcaire d'Adrar Oufernou

Le gisement d'adras oufernou appartient à l'unité structurale berk-gouraya. Il est structuré en anticlinal d'âge jurassique, orienté est-ouest. Il est limité au nord et nord-est par la mer méditerranéenne, à l'ouest par adras imoula d'âge crétacé, à l'est par Dj Gouraya. Il est accessible par un accès de 2km qui le relie à la RN24.

Le gisement d'Adrar oufernou représente la partie est du grand synclinal de direction subméridionale. Il est limité à l'ouest par l'accident d'aghbalou qui le sépare d'adrar imoula d'âge crétacé. Dans la partie est, une faille importante d'orientation NE le sépare du massif calcaire de djebel gouraya. (Kerimov, 1977).

Les calcaires du gisement ont un pendage monoclinal vers SW. Les roches sont régulières suivant la direction et le pendage. L'étude géophysique a mis en évidence deux petites failles dans la partie centrale et Est du gisement. Deux types de fissures sont observés :

- a- Fissure parallèle à la stratification.
- b- b-Fissure perpendiculaires au premier type et remplies par des filonnets de calcite ayant une puissance moyenne de 1m.

Le gisement est caractérisé aussi par la présence du phénomène karstique qui est observé sur toute l'assise exploitable. Il est plus développé dans sa partie ouest. L'exploitation des niveaux inférieurs (240m, 230m et 220m) a mis en évidence la présence d'une poche importante à remplissage de calcite.

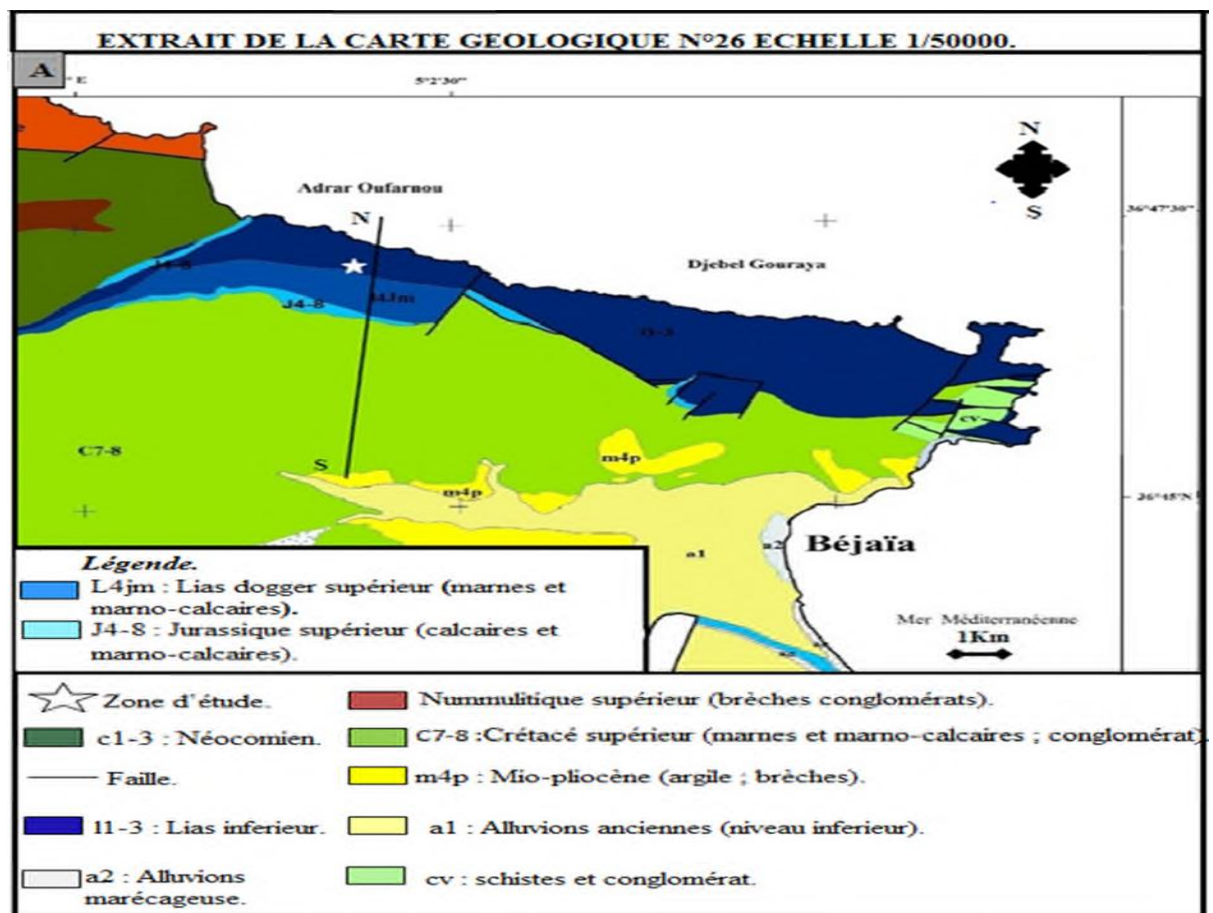


Fig.IV.9. Carte géologique N 0 26 de Bejaia 1/50000 (Enterprise ALGRAN Bejaia 2015)

L'étude des échantillons prélevés sur toute la surface du gisement ont permis de distinguer trois variétés de calcaires : (*Enterprise ALGRAN Bejaia 2015*)

- a\ Calcaire organogène (calcaire mudstone).
- b\ Calcaire détritique a débris fossilifères.
- c\ Pseudo-brèche à carbonates : cette dernière est prédominante.

TAB.IV.6. productions des carrières en activité Année 2020 (*Rapport d'activité minière de la wilaya de Bejaia –année 2020*)

Nom de l'exploitant	Localisation de gisement	Date de mis de service	Références du permis minier	Validité	Production déclaré		Nombre D'accident
					Agrégats (m)	Sable (m)	
ENOF Bejaia	A Adrar Oufernou	1979	N°1056 PM du 25 /12/2013 au 25/12/2023	10 ans	203423	35832	02

IV.2.1.2. Le gisement d'argile de remila

Le gisement d'argile d'oued remila se trouve sur le territoire de la wilaya de Bejaia à 36km au sud du chef-lieu et à 10 km NE.de la ville de sidi aiche.

Il est situé à 700-800 m au nord de l'oued Soummam (rive gauche) et à 400 m au NW de la RN.N°26 sur la rive droite de l'oued remila. Sa superficie (30 Ha) est sillonnée par de nombreux talwegs et représenté par en plan un polygone limites par des oueds au nord, à l'ouest et à l'Est.30 n y accédé à partir de la route nationale par l'intermédiaire d'une route asphaltée et mal entretenue qui même vers la briqueterie de remila et les localités situées plus au Nord, dont la zaouïa de sidi moussa. 200 m avant d'arriver à la briqueterie, une piste de carrières mène à cette dernière en traversant l'oued remila

- Géologie du gisement

Le gisement d'argile de remila a fait l'objet d'une étude Géologique détaillée au moyen de tranchées géologique .les dépôts marins du Miocène inférieur (Burdigalien) participent à la constitution de l'assise grises à gris-jaunâtres, à plasticité moyenne quelques intercalations métriques de marne-calcaires y sont rencontrées.

La lithologique du gisement est comme suit :

- De 0 à 0,8 m : terre végétal et limons ;
- De 0,8 à 3 m : zone d'infiltration, argiles jaunes à précipitations de carbonates ;
- A partir de 3 m des argiles compact seins et grises ;

La puissance totale de l'assise argileuse avoisine les 180 m. (R.Moradov)

TAB.IV.7. Données sur les carrières en activité (DMI, 2020)

Nom de l'exploitant	Localité du gisement	Mise en service	Référence du permis minier	Validité	Superficie	Capacité de Production (m ³ /an)	Productions déclarées	Nombre d'accident
SOMACOB/ Remila	Remila/ Tinebdar	1989	N°5814 PXC Du 18/11/201 8 Au 18/11/202 8	10 ans	11Ha 25Ares 22Ca	75000	14522 Tonnes	00

IV.2.1.4. Le Gisement de Célestine du Trias extrusif de Béni-Mansour

Le gisement de Célestine de béni Mansour est situé à 160 Km à l'Est d'Alger, à 40 Km à l'est de Bouira et à 100 Km au sud –ouest de Bejaia qui est le chef-lieu de la wilaya (Zergoun Brothersgroupe.com).

Il occupe une position géographique intéressante, car, aux confins de 3 wilayas et se situe non loin d'infrastructures assez denses :

- L'autoroute est-ouest très proche (5km) ;
- La nationale 5 alger- constantine (2,5km) ;
- La nationale 26 alger-bejaia (5km) ;
- Des chemins de wilaya en bon état ;
- Une gare de tri ferroviaire, Béni Mansour (5km), nœud entre Alger, Bejaia et constantine ;
- Le port de bejaia à 100 km ;
- Ligne haute tension à 4 km du gisement.

Le Trias extrusif de béni-mansour encaisse une importante minéralisation en célestine. Les analyses pétrographiques et chimiques des carbonates montrent une hétérogénéité et une diversité de calcites, qui seraient dues aux variations du régime hydrodynamique et à la nature

des solutions. Celles des sulfates confirment l'existence de différentes générations de célestine dont la dernière est enrichie en Ba. Les sulfates du Célestine seraient issus de l'anhydrite Tandis que le strontium aurait une origine extérieure aux évaporites, il aurait été apporté par des eaux de formation crétacée, ou par des eaux météoriques. La localisation générale des Gites a célestine est caractérisée par des fluides dilués mais plus salins que l'eau de mer (Zergoun brothers groupe.com)

TAB.IV.8. Données sur les carrières en activité Année 2020 (DMI, 2020)

Nom de l'exploitant	Localisation du gisement	Date de mis en service	Référence de permis minier	Validité	Production déclarées	Superficie	Capacité de production (m ³ /an)	Nombre d'accident
SARL TBRHO frères ZERGOUN	Béni-Mansour Bejaia	2016	N°6463P XM Du 17/11/2015 au 17/11/2025	10 ans	8390 Tonnes	72 Ha	105000	00

IV.2.1.5. Le gisement de Gypse de Boudjellil

Le gisement de gypse de Boudjellil se trouve à 2 Km au sud de la commune portant le même nom et à 5 Km à l'Est de la ville de Béni Mansour.

Le gisement est situé dans le complexe de l'Atlas tellien avec un relief montagneux. Il y a de larges plans encadrés par des crêtes allongées du nord à l'Est. Le réseau fluvial est faiblement développé. Il n'y a que des oueds qui sont en été sec. Le climat est continental en été sec et aride en hiver froid et pluvieux. (Starovitov ; Aoudia-SOMACOB 1997)

- Géologie de la région :

Géologiquement la région d'étude fait partie de la zone miogéocyclinale tellienne. On y voit de nombreux anticlinaux se poursuivant en direction sublatitudinale ; certains d'entre eux font continuation à d'autres échelons. Les terrains quaternaires, miocènes et crétacés y sont largement répartis. Quant aux dépôts jurassiques, triasiques et carbonifères, jouissent d'une répartition assez restreinte. (Starovitov ; Aoudia-SOMACOB 1997)

TAB.IV.9. Données sur les carrières en activité (DMI, 2020)

Nom de l'exploitant	Localisation du gisement	Date de mise en service	Référence de permis minier	validité	Production déclarée	Capacités De productions (m ³ /an)	superficie	Nombre d'accident
SOMACOB/ Boudjellil	Ain El BirBoudjellil Tazmalt	1983	N°1049 PXC Du 24/05/2 015	08 Ans	5900 Tones	20000	04 Ha	00

IV.2.1.6. Carrière Boulimat

La carrière SNTP Bejaia est située à 9 Km au Nord de la ville de Bejaia dans la localité de boulimat. L'unité est reliée par une piste de quelques centaines de mètres de la RN 24 menant vers Tizi-Ouzou.

L'unité « SNTP Bejaia » exploite un gisement de calcaire d'une superficie importante qui est de l'ordre de 20 Ha et 25 Ars. Avec une estimation de 9 214 723 m³ comme réserves. (2)

Géologiques globales. Ce gisement est mis en exploitation en 1982. **:(2) [Source DMI Bejaia 2007]**

TAB.IV.10. Situation de la Carrière SNTP Bejaia (2)

Enterprise	Localisation du gisement	Statut Juridique	Capacité de productions (t/an)	Localisation Géographique (Coordonnées Lambert)		
				Pts	X	Y
SNTP/Bejaia	Boulimat /Bejaia	Société Nationale	239 200	1	706.250	390.130
				2	706.250	389.650
				3	706.700	390.130
				4	706.700	389.650

IV.2.1.7. Carrière SNC ZIANE Md LARBI

L'exploitation de « ZIANE Md LARBI » est située à 10 Km à l'Ouest du centre-ville de la daïra d'Ighil Ali dans la localité d'ain el bir commune de Boudjellil.

L'unité de « SNC ZIANE Md LARBI » exploite un gisement de calcaire d'une surface de 01 ha, ce gisement est mis en exploitation en 1994. (2)

TAB.IV.11. Situation de la Carrière SNC ZIANE Md LARBI-Bejaia : (2)

Enterprise	Localisation du gisement	Statut Juridique	Capacité de productions (t/an)
SNC ZIANE Md LARBI	Ain El Bir Boudjellil Tazmalt	SNC	70 000

IV.2.1.8.Carrière LITTORAL AGREGATS

L'exploitation LITTORAL AGREGATS est située à 6 Km au Sud de Cap Aoukas, dans le col de Kefrida Commune d'Aoukas.

Le Gisement exploité par la « LITTORAL AGREGATS » est d'une superficie de 2 Ha, et contient 592 823 m³ de calcaire comme réserves géologiques globales. (2)

IV.2.2. Les Carrières en arrêt

Plusieurs exploitations des gisements ont cessé leur activité dans la wilaya de Bejaia, pour différentes raisons : administratives (défaut de titre minier), opposition des citoyens et opposition des Services de forets

IV.2.2.1. Carrière STRPS (Chellata) Akbou

La carrière de STRPS Akbou se situe dans les hauteurs du massif de chellata dans la localité de bouabra.

La carrière STRPS Akbou exploite un gisement de calcaire qui s'étale sur une surface de 7 Ha, 67Ars et 87 Ca qui englobe 129 000 m³ de calcaire comme réserves géologiques globales. sa capacité de production et de 200 000 t/an.

L'unité est actuellement en arrêt d'exploitation pour défaut de titre minier. (2)

IV.2.2.2. Carrière SARL GRAVEM

La carrière de SARL GRAVEM est situé à 10 Km à l'Est du centre-ville de darguina, dans la localité dite agridj abdelah commune de melbou.

Cette carrière renferme d'énormes quantités de calcaire comme réserves géologiques : 1 261 047 m³ sur une surface de 22 Ha, 23 Ars. Ce gisement est mis en exploitation en 1988, sa capacité de production et du : 200 000 t/an.

La carrière est actuellement an arrêt suite à l'opposition des citoyens de cette localité. (2)

IV.2.2.3. Carrière SARL Nouvelle Carrière

L'unité de la « SARL Nouvelle Carrière » est située à 12 Km à L'Est de la Daïra d'Ighil Ali, dans la localité d'Iaarkav commune de Boudjellil.

Les Réserves Géologiques de la SARL Nouvelle Carrière Sont Estimées à 63 815 m³ de calcaire Sur une surface de 03 Ha 88 Ares et 24 Ca. Cette carrière est mise en exploitation en 1997.

Sa capacité de production et de 156 000 t/an fermé Depuis 2012 pour cause épuisement des réserves. L'extension du gisement impossible à cause des terrains privés. Décision n°01/2017 du 31/07/2017 portant retrait du permis minier. L'entreprise est mise en demeure par l'ANAM pour préparation du dossier de fermeture du site. (2)

IV.2.2.4. Carrières ETR Kherrata, SARL tout Agrégats

Les deux exploitations ETR Kherrata et SARL tout Agrégats sont situées l'une à côté de l'autre, elles exploitent le même gisement qui se trouve à 5 Km à l'Ouest de la ville de kherrata et à 4 Km au nord du barrage de Kherrata. Dans la localité de Mehrira.

La carrière ETR Kherrata exploite un gisement de surface de 13 Ha et 1 000 000 m³ de calcaire comme réserves géologiques. Ce gisement est mis en exploitation en 1987. Il a une capacité de production de 130 000 t/an.

L'unité « SARL Tout Agrégats » exploite un gisement de calcaire sur une surface de 20 Ha et 30 Ares. Avec des Réserves géologiques estimées à 914 000 m³.

Avec une production de 161 200 t/an.

Fermé depuis juin 2009 suite à l'opposition des citoyens. (2)

IV.2.2.5. Carrière ETR

La carrière ETR Bejaia est située à une distance de 7 km au Nord de la ville de Bejaia Dans la localité de Bouabra. Cette carrière est mise en exploitation en 1987.

L'unité de production ETR Bejaia exploite un gisement de calcaire se localise a Loubard /Bejaia d'une surface de 08 Ha, 02 Ars. Avec des réserves géologiques globales qui sont estimées à : 198 769 m³.

La capacité de production et de 100 000 m³/an.

Depuis le 03/04/2012 pour cause grève du personnel de la carrière. Décision du conseil d'Etat N°46022 du 28/01/2009 rendue en faveur du PNG pour arrêt de l'activité. (2)

IV.2.2.6. Carrière de calcaire E.N.O.F Timezrit

Elle est située à ighil haroun dans la commune de timezrit, elle est ouverte en 1977, les réserves estimées sont 578 380 m³ sur une surface de 11 Ha, 90 Ars, cette carrière a une capacité de production de 130 000 m³/an.

Depuis le 21/04/2011 suite au sabotage perpétré par les habitants du village d'El Kalaa. Affectation du personnel et transfert des équipements vers d'autres carrières de la filiale ALGRAN.

Décision n°1895/PCD/ANAM/2015 du 24/05/2015, portant fermeture de la carrière. (2)

IV.2.2.7. Carrière de calcaire SOMACOB Toudja

La carrière SOMACOB Toudja est située à Brirouche, une localité au Nord du village de toudja, dans la Daïra d'El-kseur. Elle est mise en service en 1984, les réserves géologiques globales du gisement sont estimées à 219 186 m³ de calcaire sur une surface de 07 Ha ,49 Ars, la carrière de Toudja a une capacité de production 50 000 m³/an.

A l'arrêt suite à l'annulation du permis minier N°1032 PXC du 03/06/2015 au 16/10/2018 par décision N° 08/2018du 28/03/2018 par l'Agence Nationale des Activités Miniers ANAM. (2)

IV.2.2.8. Carrière SOMACOB et ENCOTRAB Akbou

Les deux carrières SOMACOB et ENCOTRAB Akbou sont distantes l'une de l'autre de quelques centaines de mètres ; elles sont situées au « Piton » d'Akbou, le gisement qu'exploite la carrière de SOMACOB Akbou est une structure en piton appartenant à Adrar Gueldaman. Il est mis en exploitation en 1984. Cette carrière s'étale sur une superficie de : 8 Ha et 24 Ars les réserves globales de cette carrière sont estimées à :

1 342 000 m³ de calcaire.

Sa capacité de production à 200 000 m³/an.

-Le gisement exploité par ENCOTRAB Akbou est le même que celui de SOMACOB Akbou.

Ce gisement contient 700 000 m³ de calcaire comme réserves géologiques globales. Et s'étale sur une superficie de 11 Ha. Ce dernier est mis en exploitation en 1976.

Sa capacité de production à 11 500 m³/an.

Depuis le 07/11/2016 pour cause opposition de la population riveraine suite à l'incident de tir à l'explosif.

Suspension de l'activité suivant la note du wali n°390/CAB du 16/02/2017.(2)

IV.2.2.9. Le gisement de tuf d'oued remila

Le gisement de tuf est localisé sur la rive droite d'oued remila, de la commune de tinebdar, à 36Km du chef-lieu de la wilaya de Bejaia et à10 Km de la ville de sidi Aich, soit à 1700 m de la piste au Nord de la route nationale RN 26 reliant EL Kseur à Sidi Aich.

Le gisement étudié est mitoyen d'une carrière d'argiles en exploitation dans la région, une piste mène à cette carrière d'argile en traversant Oued Remila, m. Le gisement de tuf est

accessible par la même piste qui se prolonge au nord le long de la rive droite d'oued Remila. (CETIM.2003)

Le gisement de tufs de Remila a fait l'objet d'une étude géologique détaillée au moyen de sondages mécaniques carottés, les dépôts marins du miocène inférieur sont prédominants dans la région d'étude, Ils sont représentés par des argiles compactes, grises à gris jaunâtres, à plasticité moyenne.

Le gisement de tuf se trouve interstratifié dans ces marnes. Ce sont des formations volcaniques constituées de tufs andésitiques de couleurs blanches et disposées en grosses lentilles au sein des sédiments marins du miocène inférieur à moyen la coupe lithologique du gisement est comme suit :

- De 0 à 0,50 m : Terre végétale et limons.
- De 0,50 à a 3 m : Tufs altérés de couleur gris blanchâtre a jaunâtre.
- De 3 m jusqu'à la fin : Tufs volcaniques compact et homogène.

Ces tufs sont compacts et homogènes, de couleur blanche à légèrement verdâtre et ils présentent une texture microcristalline vers le sommet à cristalline pour les niveaux de base.

Chapitre V :
Exploitation industrielle des
gisements

V. Caractéristiques des substances minérales non métalliques et métalliques et leur utilisation :

V.1. Les substances Non métalliques

V.1.1. Les Calcaires

Dans la wilaya de Bejaia, le gisement d'Adrar Oufernou constitué essentiellement des calcaires d'âge jurassique sont utilisés dans la production des granulats destinés au domaine du bâtiment et des travaux publics.

V.1.2. Les Tufs

Le gisement de tuf d'Oued Remila est constitué des tufs volcaniques andésitiques, compact et homogène de couleur blanche d'âge miocène inférieur à moyen.

Utilisation :

Ils sont utilisés dans le domaine de l'adsorption comme absorbant, et pour améliorer la qualité des bétons et des mortiers, et dans le domaine de l'agriculture.

V.1.3. Les Gypses

Le gisement de Gypse de Boudjellil constitué essentiellement de gypse d'âge Triasique est utilisé dans de nombreux domaines industriels, c'est la fabrication du plâtre qui est la plus grosse consommatrice du gypse.

Utilisation :

75 % pour la fabrication du plâtre et 25 % dans les ciments.

Cimenteries : le ciment contient de 3 à 5 % de gypse qui sert de régulateur de prise, soit une consommation nationale de l'ordre de 39 millions de tonnes /ans.

Autre utilisations (de consommation faible) : amendement agricole, industrie du papier, des peintures, traitement des eaux, construction dans les régions sèches.

V.1.4. Les Argiles

Le gisement d'argile de remila constitué essentiellement de l'argile d'Age miocène inférieur est utilisé dans la fabrication de la brique, cosmétique, tuiles, pharmacieEtc.

V.1.5. La Célestine

Le gisement de Célestine de béni Mansour est constitué de Célestine triasique sont utilisé pour la production se sels de Strontium, utilisées dans l'industrie sucrière pour l'enrichissement des mélasses ou le raffinage du sucre de betteraves

V.2. Les Substances Métalliques

Utilisation

V.2.1. Le Plomb/Zinc

Le zinc

Les utilisations peuvent être classées en fonction de leur importance décroissante du zinc exploité dans le monde :

- Galvanisation (protection du fer) : 50 % ;
- fabrication de laiton et du Bronze: 17% ;
- alliages d'aluminium (Zamaks, Kayems) : 17% ;
- produits semi-finis à base de zinc : 6%
- produits chimiques: 6 %
- autres : 4%

Le Plomb

- Métal ductile
- Plomberie
- Revêtement anticorrosion
- Batterie d'accumulateurs
- Protection contre les radiations
- Fusible
- imprimerie
- Lubrifiant solide
- Antidétonant
- Céramique
- Cosmétique
- Peinture
- Essence

V.2.2.Fer

- L'industrie
- Alliages
- Utilisation biochimique : complexe bioinorganique – dans l'alimentation- en pharmacie

V.3. Les Méthodes d'exploitation (exemples)**V.3.1. Les Ressources minérales Métalliques : le gisement de Tala Hamza (Oued Amizour)****V.3.1.1.Présentation du gisement de minerai Pb/Zn d'Amizour**

Le gisement plombo-zincifère d'Amizour est considéré comme les plus grands gisements polymétallique en Algérie. Le minerai Pb/Zn comporte certaines quantités de substances lourdes (gangue), ce qui consiste à les séparer des substances valorisables par une technique d'enrichissement qui est la flottation.

Dans le cas de minéral métallique on présentera le gisement d'Amizour du point de vu géologique, sa géographie ainsi que sa minéralogie, on parlera également de la distribution des teneurs ainsi que les réserves et les principaux gisements du Pb/Zn en algérie.

V.3.1.2. Situation géographique

Le gisement d'Oued Amizour est l'une des plus grandes réserves naturelles en zinc et en plomb sur tout le territoire national. Découvert vers les années 80, il est situé à 10 Km de la ville de Bejaia et à 2 Km de la route nationale N° 26.

Ce gisement est limité au Nord par l'Oued Soummam, à l'Ouest par Oued Amizour, à l'Est par oued djemââ, et au sud par les monts de barbacha.

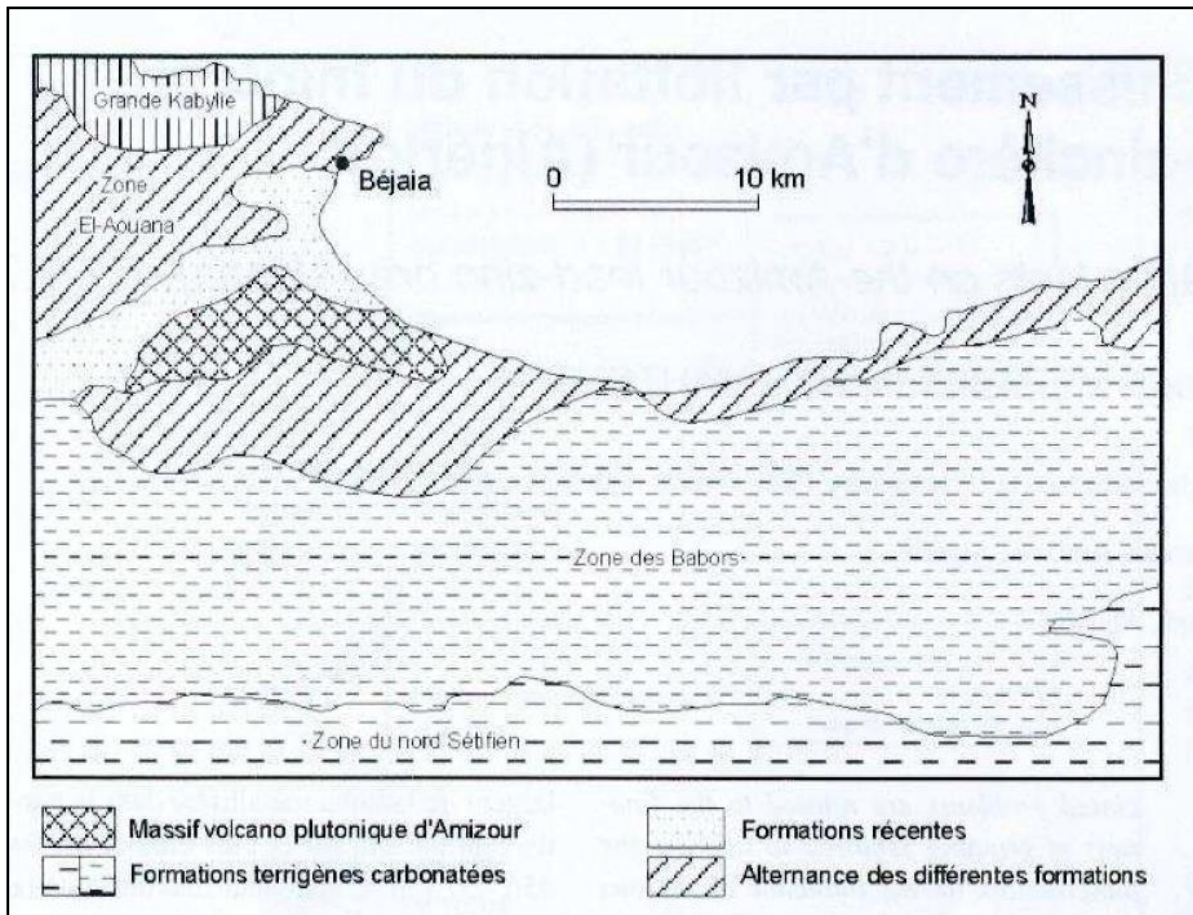


Fig.V.10. Position du massif d'Amizour dans le contexte structural du nord algérien (L.Mahtout ; D. Merabet, 2004)

V.3.1.3. Géologie du site d'étude et aperçu historique

L'aire du gisement fait partie du massif montagneux d'Amizour. Ce gisement est constitué par des roches volcano-sédimentaires et intrusives et couvrant une superficie de 70 Km² environ.

Le massif central d'Oued Amizour est un ensemble volcano-sédimentaire à structure tectonique complexe. Les formations sont très variées dont certaines sont altérées : ainsi les couches superficielles sont argileuses, ce qui entraîne une mauvaise infiltration et inversement un ruissellement superficiel très développé.

Le réseau hydrographique du massif est très ramifié. La plupart des oueds sont tributaires d'Oued Soummam. Leurs versants sont abrupts, leurs vallées en V sont étroites et inaccessibles. Le climat de la région est subtropical, méditerranéen modérément chaud et humide en hiver. La température moyenne annuelle est de 17 à 20°C. Elle atteint 35 à 40°C en été et -2°C en hiver.

Les études des potentialités métallifères du massif d'Oued d'Amizour sont de courte durée historique dans le temps. On peut les diviser avec assez de précision en deux étapes : la première

commence à la fin du 20ème siècle pour se terminer en 1980 et la seconde, beaucoup plus riche en recherches géologiques, mais beaucoup plus brève se poursuit de 1980 à nos jours. (Saidi, 2012)

La réalisation d'un programme de prospection par forage a conduit rapidement à la découverte d'importantes minéralisations zincifères. Cette découverte a induit, à partir de 1991, une focalisation des efforts sur une zone riche afin de cerner toutes les caractéristiques et les paramètres de la concentration minérale (Mahtout, Merabet, 2004).

La position du massif d'Amizour dans le contexte structural du nord algérien est présentée dans la figure 13

Dans ses études prospectives, l'O.R.G.M a effectué plusieurs sondages sur toute l'étendue du gisement qui constitue un réseau d'évaluation de base. Les échantillons ont été prélevés sous forme de carottes cylindriques depuis la surface jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 500m (SAVEROV.1993).

Le projet d'Oued Amizour (Bejaia) a été développé par la société WMZ, les travaux d'exploration de cette dernière ont été achevés par la réalisation de 150 sondages, la finalisation de l'étude de pré faisabilité et le lancement d'une étude de faisabilité. La nouvelle estimation des réserves indique 30 millions de tonnes de minerais avec des teneurs de 6.30% de Zn et 1.89% de Pb (DGMA.2009-2010).

V.3.1.4. Aperçu sur la minéralisation du minerai d'Amizour

Le minerai se caractérise par la présence principalement de pyrite, de la sphalérite, de la galène, de la marcassite et de la melnicovite. Les minéraux de gangue sont représentés par le quartz, la séricite, la kaolinite et la calcite (L.Mahtout, D.Merabet.2004).

V.3.1.5. Caractérisation du minerai (Composition minéralogique)

La composition minéralogique, à travers les études faites par l'ORGM, fait distinguer 43 minéraux. Beaucoup d'entre eux appartiennent à différentes phases de formation du gisement. De ce fait, ils sont considérés comme minéraux à plusieurs générations.

Le groupe génétique est représenté par 29 minéraux dont 9 sont essentiels, 6 secondaires et 14 rares. Un bon nombre de minéraux existent en plusieurs générations.

Le groupe génétique supergène réunit 14 types de minéraux dont 3 sont essentiels, 4 secondaires et 7 rares. Tous les minéraux résultent de l'action des altérations hypergènes postérieures aux minéraux du groupe génétique hypogène (DGMA.2009-2010)

TAB. V.12. Minéraux essentiels et secondaires hypogènes et supergène (Saidi, 2012)

Groupes génétiques	Essentiels	Formules	Secondaires	Formules
Hypogènes Hydrothermales	Quartz Séricite Kaolinite Calcite Sphalérite Galène Marcasite melnicovite Pyrite	SiO ₂ Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ CaCO ₃ ZnSP Bs Fe ₃ S ₄ FeS ₂	Epidote Alunite Tennantite Sidérose Baritine	K ₂ SO ₄ (Al ₂ SO ₄) 2Al ₂ O ₃ ·6H ₂ O. (Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ Si 3 FeCO ₃ BaS O ₄
Supergène	Anglésite Cérusite Smithsonite	PbSO ₄ PbCO ₃ ZnCO ₃ .	Malachite Hydrozincite Limonite	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂ Zn ₅ (CO ₃) ₂ (OH) 6Fe ₂ O ₃ (OH) ₃

TAB. V.13. Minéraux rares hypogènes et supergène (Saidi, 2012)

Groupes génétiques	Rares	Formules chimique
Hypogènes Hydrothermales	Hématite Magnétite Soufre natif Dickite Nacrite muscovite Mackinovite Pyrrhotite Chalcopyrite Bismutite Anhydrite Casolite	Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄ S FeS Fe _(1-x) S CuFeS ₂ Bi ₂ S ₃ CaSO ₄
Supergène	Hémimorphite Chalcosite Statefildite Goethite Cimacite Djarlité	Cu ₂ S.

V.3.1.6. Analyse chimique du minerai

Le dosage de la totalité des éléments minéraux contenus dans le minerai a été réalisé à l'aide d'un spectromètre d'émission atomique à source plasma couplée avec inductance (ICP) (Saidi, 2012), Le minerai a subi un traitement mécanique (concassage, broyage et homogénéisation). Les résultats d'analyse par ICP et la composition chimique du minerai donné par FX sont résumés dans les tableaux 16 et 17.

TAB.V.14. Résultats d'analyse par ICP du minerai (Saidi, 2012)

Eléments	Teneurs %	Eléments	Teneurs %
Al	3.8	Mg	0.12
Ba	<0.01	Cu	<0.01
Pb	0.7	Zn	4.4
Cd	0.1	Sn	<0.01
Ca	0.6	Si	0.17
Cr	0.1	Zr	0.01
Fe	5.5	Ti	<0.01
K	1.7	Hg	0.015
Na	0.05	Mn	0.66
Ti	0.02	Ag	<0.01

TAB.V.15. Composition chimique du minerai tout venant donnée par FX (Mahtout, Merabet, 2004)

Composé	Teneurs	Composé	Teneurs
Na ₂ O	1.552	TiO ₂	0.557
MgO	0.270	MnO	12.34
Al ₂ O ₃	12.741	Fe ₂ O ₃	6.849
SiO ₂	49.994	CuO	0.069
P ₂ O ₅	0.334	ZnO	5.965
SO ₃	0.578	As ₂ O ₃	0.178
K ₂ O	1.896	Rb ₂ O	0.022
CaO	8.038	SrO	0.021
PbO	0.498		

V.3.1.7. Distribution des teneurs

Les teneurs en élément Pb/Zn dans le minerai d'Amizour pour les différents sondages sont inégalement réparties. L'amplitude de variation des teneurs est importante dans le même sondage et d'un sondage à un autre (Mahtout, 2009).

Les calculs statistiques, effectués à travers l'ensemble des sondages, montrent une teneur moyenne en Pb de 2,67% et en Zn de 12,65%. Le coefficient de variation des teneurs en Pb et en Zn varie en fonction de la profondeur du sondage et diffère d'un sondage à un autre.

Le Tableau V.18 regroupe les teneurs maximales en plomb et en zinc dans l'ensemble des sondages.

Nous remarquons dans le tableau V.18 que la teneur en plomb est plus au moins stable pour les

Sondages 55 à 94 et à partir du sondage 95 on remarque une importante fluctuation avec un maximum de teneur en Pb de 21% au niveau du sondage 100.

La teneur en zinc est maximale pour le sondage 79 et elle est minimale pour le sondage 71. L'amplitude de variation de la teneur en Zn sur l'ensemble des sondages atteint 32 %. Ce qui peut poser des problèmes pour la stabilité et la qualité du minerai.

TAB.V.16. Teneurs maximales en Pb et Zn en fonction des sondages (Mahtout, 2009)

Sondage	% max Pb	% max Zn	Sondages	% max Pb	% max Zn
S					
S55	0,64	6,53	S80	0,49	3,9
S63	0,77	3,82	S81	0,57	6
S64	1,49	7,77	S82	1,03	4,5
S66	1,12	5,56	S83	1	18,5
S67	0,53	4,33	S90	1,02	26
S69	0,19	4,2	S93	0,8	4,2
S71	0,18	2,74	S94	1,2	9,1
S73	0,17	3,38	S95	5,1	21
S74	0,41	4,86	S97	1,5	23
S75	0,53	5,5	S98	2,9	21,9
S76	0,66	5,99	S100	21	24
S78b	0,8	26,5	S102	18	38
S79	1,6	36	S104	5,9	11,6
			Moyenne	2,676	12,649

V.3.1.8. La Méthode d'exploitation : Chambre Remblayée Descendante (CRD)

Cette méthode d'exploitation permet l'extraction du minerai dans des types de roches de faible résistance, elle consiste à utiliser un remblai cimenté associé à un renforcement en acier, elle utilisera 75 % des rejets de traitement de l'usine comme remblais et rend inutile l'utilisation d'un barrage à résidus.

La capacité d'extraction du minerai est de **2 Mt /an**

Durée de vie de la mine : **21 ans** (2 ans pour la phase construction +19 ans phase production). La production est destinée à la consommation nationale en priorité et le reste à l'exportation.

Effectifs : 786 employés (dont 670 Algériens) selon l'entreprise WMZ.

V.3.1.9. Les Réserves géologiques et les principaux gisements de Pb-Zn en Algérie

Le potentiel en zinc/plomb est évalué à 150 millions de tonnes de minerai. Il est localisé principalement au Nord du pays. Des recherches sont menées sur des sites prospectifs dans la région Est du pays (Batna, massif du Guergour etc.). Les perspectives de développement sont principalement contenues dans la mise en valeur du gisement d'Oued Amizour (Bejaia) dont les réserves totales sont estimées à 30 millions de tonnes dont 10 millions de tonnes à 11% Zn et 3.2% Pb (épaisseur moyenne de 49 m). Une étude de faisabilité est sur le point d'être lancée pour déterminer les paramètres technico-économiques et déboucher sur la réalisation d'un module de production de 100.000 tonnes/an de concentré de zinc et de plomb.

Les principaux gisements de Pb-Zn dans le Nord de l'Algérie sont :

- Oued Amizour : 30 Mln tonnes de minerai, 5.50 % en Zn et 1.40 % de Pb.
- Oued El Kebir : 11.52 Mln tonnes de minerai, 2.09 % en Zn et 2.63 % de Pb.
- Achab : 1.23 Mln tonnes de minerai, 1.66 % en Zn et 1.92 % de Pb.
- Tiri : 2.87 Mln tonnes de minerai, 3.37 % en Zn et 2.27 % de Pb.
- Boudoukha : 3.81 Mln tonnes de minerai, 5.84 % en Zn et 1.04 % de Pb.
- Ain Barbar : 1.86 Mln tonnes de minerai, 4.30 % en Zn et 1.40 % de Pb.
- Guerrouma : 3 Mln tonnes de minerai, 6.45 % en Zn et 1.85 % de Pb.
- Boukhdema : 8.38 Mln tonnes de minerai, 4.89 % en Zn et 2.32 % de Pb.
- Ain Sedjra : 3 Mln tonnes de minerai, 12 % en Zn.
- Kef Semmah : 2 Mln tonnes de minerai, 5 % en Zn.
- Hammam N'Bails : 2.4 Mln tonnes de minerai, 5.30% en Zn et 1.50 % en Pb.
- El Abed : 17.70 Mln tonnes de minerai, 3.70 % en Zn et 2.88 % de Pb.

- Chaâbat El Hamra : 4.8 Mln tonnes de minerai, 5.40 % en Zn.
- Kherzet Youcef : 1.6 Mln tonnes de minerai, 18 % en Zn et 3.60 % de Pb.
- Ain Kehla : 7 Mln tonnes de minerai, 9.37 % en Zn et 1.79 % de Pb.
- Ichmoul : 1.24 Mln tonnes de minera, 4.04 % de Pb.

V.3.2. Les Ressources minérales Non Métalliques

Le Gisement du gypse Boudjellil (Béni Mansour)

V.3.2.1. Situation Géographique

Le gisement de gypse de Boudjellil se trouve à 2 Km au sud de la commune portant le Même nom et à 5 Km à l'Est de la ville de Beni Mansour.

Administrativement ce gisement appartient à la wilaya de Bejaia (Algérie). Le gisement est situé dans le complexe de l'Atlas tellien avec un relief montagneux. Il y a de larges plans encadrés par des crêtes allongées du nord à l'Est.

Le réseau fluvial est faiblement développé. Il n'y a que des oueds qui sont en été sec. Le climat est continental en été sec et aride en hiver froid et pluvieux. (Starovitov et Aoudia, 1997)

V.3.2.2. Géologie du gisement

Le gisement incorpore des formations triasiques, crétacées et quaternaires. Comme formations triasiques il y a le gypse, l'anhydrite, des calcaires dolomitiques et des calcaires. La structure du gisement pourrait être représentée comme un diapir, dont la mise en place a causé le broyage et le déplacement de certains blocs de roches carbonatées de différentes dimensions (de quelques mètres à des dizaines de mètres) jusqu'à la partie supérieure du gisement cette circonstance fut à l'origine des modifications mécaniques subies par la substance utile devenue une masse gypseuse broyée et consistante avec des petits fragments de roches carbonatées. La majeure partie de calcaires massifs est encombrée dans la moitié sud du gisement. Ce sont des xénolites de roches comprises dans la masse gypseuse et disposées en blocs et en dalles orientées en tous sens.

Vers des marges du gisement les xénolites carbonatées sont moins répandues dans la masse gypseuse (3-5%) et leur dimension est moins considérable. Le diapir affleuré, a dans le plan une forme ovale de 500 à 750 m de diamètre.

Macroscopiquement le gypse du gisement est saccharoïde, blanc, parfois avec une teinte grisâtre, jaunâtre ou brunâtre. C'est une masse homogène, consistante en grains petits et moyens avec des petits fragments de roches carbonatées et des rares enclaves de schistes verdâtres. Ces

impuretés sont justement à l'origine des modifications dans la coloration du gypse. La teinte jaunâtre est causée avec des enclaves et des patines du soufre natif ; celle rosâtre dépend de la présence des oxydes de fer. La masse gypseuse incorpore aussi de rares et petits cristaux de quartz fumé (jusqu'à 0,2 à 0,5 cm de diamètre). Le matériau finement détritique carbonaté est réparti dans la substance utile d'une façon forte et régulière. Il y a des secteurs complètement purs à proximité des xénolites. Mais les fragments des roches carbonatées sont assez fréquents.

Dans la partie supérieure du gisement ce sont les roches gypseuses qui prédominent. En profondeur les lentilles et les inter couches d'anhydrite deviennent de plus en plus nombreuses. A l'œil nu, l'anhydrite et le gypse se distinguent facilement. L'anhydrite est grise-clair, bleuâtre, plus dure que le gypse. La proximité des xénolites de calcaire il y a une brèche avec des fragments d'anhydrite et de gypse. Dans cette masse le gypse prédomine jusqu'à 55% (ENDRIMC, 1988)

V.3.2.3. L'Exploitation des gisements

Le gypse n'affleure que rarement sur la surface du sol, il est toujours recouvert de stériles (argiles, sables, marnes, etc.) Il existe deux types d'exploitations de gypse selon les conditions économiques, environnementales, et les caractéristiques morphologiques du gisement.

V.3.2.3.A. L'Exploitation souterraine

Elle a l'inconvénient majeur de faire perdre une grosse partie du gisement (environ 50%), de ne pas permettre l'utilisation d'engin puissant pour l'extraction et le transport et d'interdire l'utilisation du sol pour la construction. Elle a, cependant, l'avantage de distribuer en fabrication un gypse d'humidité faible, sensiblement constant et jamais souillé par d'éventuelles coulées de stériles, entraîné par les eaux de ruissellement (Sève.2004 ; Segalan.1968)

V.3.2.3.B. L'Exploitation à ciel ouvert

Elle permet l'exploitation complète du gisement. Supprimant le relief, elle supprime du même coup le problème de l'utilisation du sol de couverture.

Elle est compatible avec l'utilisation des moyens modernes et puissants d'abattage, d'extraction et de transport. Cependant, on livre avec ce genre d'exploitation un gypse d'humidité variable, risquant parfois d'être souillé par les argiles entraînées par les eaux de ruissellement. La plupart du temps, la motivation du choix du type d'exploitation est liée au rapport de l'épaisseur de la couche de stériles, à l'épaisseur et à la capacité du gisement de gypse (Sève, 2004 ; Segalan, 1968)

V.3.2.3.C. Les modes de traitement du gypse

Les modes de traitement de gypse sont différents selon le type de produit désiré, après le concassage et le criblage, qui permettent d'obtenir un matériau à granulométrie inférieure à 25 mm si besoin et, une phase de séchage effectuée par gaz chaud pour faciliter la cuisson. Il y a d'autres gypses qui nécessitent l'usage des méthodes de flottation ou de lixiviation pour les purifier. (Segalan.1968)

Le gypse concassé peut servir de matière première pour l'industrie. Les gypses de pureté élevée se prêtent à un broyage fin, pouvant être inférieur à 12 μm , pour une utilisation comme charge minérale. Dans les usines, proches, des carrières, le plâtre est préparé de la façon suivante :

- Cuisson par voie sèche en fours tournant horizontalement ou verticalement ou en fours statiques, à des températures allant de 120 à 450°C, ce qui permet d'obtenir des plâtres d'utilisation courante, dont les bases sont l'hémi-hydraté et le surcuit.
- Cuisson par voie humide sous pression de vapeur d'eau saturante en autoclave, ou sous pression atmosphérique en solution saline à point d'ébullition supérieur à 100°C, donnant l'hémi-hydraté, à la base des plâtres spéciaux pour moulage. Après cuisson, des opérations de refroidissement, de broyage, éventuellement de mélange, puis de stockage en silo sont réalisés permettant d'obtenir différentes catégories de plâtre. Le conditionnement pour livraison se fait en sacs, et le plâtre peut être transporté en vrac par camion ou wagons citerne (Moureaux, 1967)

V.3.2.3.D. Les Secteurs d'utilisation du gypse

Le gypse est largement utilisé dans de nombreux domaines industriels, c'est la fabrication du plâtre qui est la plus grosse consommatrice du gypse.

En Algérie

75% pour la fabrication du plâtre et 25% dans les ciments

- Cimenteries : le ciment contient de 3 à 5 % de gypse qui sert de régulateur de prise, soit une consommation nationale de l'ordre de 39 millions de tonnes/ans
- Autre utilisation (de consommation faible) : amendement agricole, industrie du papier, des peintures, traitement des eaux, construction dans les régions sèches (Traoré,2003).

- Dans le Monde

La fabrication du plâtre dépend de la teneur en gypse et du degré de sa pureté, dont la qualité est revirée par la teneur en SO₃ qui doit être >40%. Parmi les impuretés nocives sont : K₂O, MgO et Na₂O.

- Les ciments : l'utilité dans la fabrication de ciment.
- Chimie et produits pour charge : le gypse doit être pur à plus de 90% pour servir comme charge
- Agriculture et engrais : le degré de pureté est de 50% minimum pour le gypse.
- Alimentation et pharmacie : dans le secteur d'activité les spécifications de pureté sont les plus strictes. Le gypse de pureté de 90%.
- D'autres utilisations : en verrerie, il faut du gypse ou de l'anhydrite de bonne pureté

Conclusion Générale

Conclusion générale

La wilaya de Bejaia se situe au Nord-Est algérien. Elle est connue par son climat méditerranéen, fait partie de la grande Kabylie. Son relief divers lui offre une richesse en ressources minières.

En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du nord au sud les domaines suivants : Le domaine interne représenté par le Socle Kabyle est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique, le domaine des flysch qui constitué par des nappes de flysch crétacés-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales, et enfin le domaine ou domaine tellien constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud.

En ce qui concerne le cadre géologique local de la wilaya de Bejaia on trouve la présence des formations suivantes :

- Le trias correspond aux terrains les plus anciens connus dans la région sont représenté par des terrains sédimentaires essentiellement, des argiles bariolées et des gypses.
- Le jurassique se présentent par des terrains sédimentaires, localisés dans la partie sud -ouest, centrale et nord-est, avec des épaisseurs variables, il s'agit de : Le lias inférieur et moyen représentée par des calcaires et des dolomies, le Lias supérieure et le dogger constituent essentiellement des marnes et des marnes calcaires, et enfin le Jurassique supérieur est constitué principalement par des calcaires et des marno- calcaires.
- Le néocomien affleure presque dans les mêmes endroits où il y'a les affleurements de jurassique supérieur dans la partie sud-ouest et même dans la partie nord-est de la région.
- L'Albo-Aptien occupent de grands surface, elles s'étalent dans la partie ouest jusqu'à la partie Est, on trouve aussi des affleurent d'épaisseur importantes dans la partie nord et même dans la partie sud de la région.
- Le Crétacé supérieur s'étale le long de la direction sud- ouest jusqu'à le nord-Est elle est constituée principalement par trois formations : les flysch qui occupe une grande partie de crétacé supérieur, des marnes et marno-calcaires et des conglomérats.
- Le Nummulitique supérieur occupe la partie la plus importante de la région sur tout dans la partie nord est la partie sud, on trouve aussi quelques affleurements dans la partie centrale de la région, cette partie est représentée principalement par des flysch, des brèches et des conglomérats.

- Le Miocène inférieur essentiellement dans la partie sud de la région, et constituée par des argiles avec quelques affleurements des calcaires, des grès et des conglomérats.
- Le Mio-Pliocène est localisées et dispersées dans la partie sud-est de la région formée essentiellement par des argiles bleues et des brèches.
- Le Quaternaire affleurent essentiellement dans la partie sud de la région, avec quelques petits affleurements dans la partie nord.

La wilaya de Bejaia comporte de principales ressources minérales non métalliques, qui font d'elle une des dix premières wilayas du pays producteur de matériaux dans le domaine de la construction et des travaux publics. Ces gisements matériaux sont représentés par les calcaires, les argiles, Célestine et Gypse. Par contre, cette région est moins dotée en ressources minérales métalliques car ils ne sont pas exploités vue qu'ils sont des indices, on cite : les gisements de zinc et du fer.

Les ressources minières distinguées sont des substances minérales non métalliques gypses (le gisement de Boudjellil s'exploite en deux méthodes, souterraine et à ciel ouvert), calcaire, Tufs, argiles et Célestine. Autre métalliques : plombe-zinc (gisement de Amizour avec des Teneurs moyenne 2.676% Pb et 12.649 % Zn obtenues des sondages, exploiter par la Méthode de chambre remblayée avec une capacité de 2Mt/an) et Fer.

L'existence et la localisation de ces ressources sont entièrement dépendantes des conditions géologiques et ne peuvent faire l'objet d'exploitation que là où elles existent. Une meilleure connaissance de ces conditions permettra d'une part une gestion intégrée et efficace des ressources découvertes et existantes et d'autre part l'identification des principaux éléments directeurs (métallotects) susceptibles d'être utilisés pour d'éventuelles nouvelles campagnes d'exploration visant à découvrir de nouvelles ressources.

Il est donc, intéressant d'étudier, dans le futur, le contexte géologique de la région d'une manière efficiente et méthodique pour espérer développer ce secteur à haute valeur économique et industrielle et pour, éventuellement, absorber un tant soit peu le chômage et offrir un travail valorisant, aussi bien, pour la population locale et même à l'échelle régional.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Abderrahmane, H., 2011. Géologie et géochimie des minéralisations liées aux roches magmatique d'Oued Amizour. Thèse Mag, U.S.T.H.B, Alger

Benali, H., 2007. Les minéralisations associées aux roches magmatiques tertiaires du Nord De l'Algérie: Typologie, pétrologie, cadre géodynamique et implications Métallogénies. Doct. Thesis. USTHB, Algiers, pp. 195.

Bouillin, j.P. & Kornprobest J., (1974). Association ultrabasiques de petite Kabylie : péridotites de type alpin et complexe stratifié comparaison avec les zones bético-rifaines. Bull. Soc. Géol. Fr., 7, 16, 183-194.

Graine.K.1997 : les dépôts pyriteux et les minéralisation Pb, Zn,(CU) du massif volcano-plutonique miocène d'oued Amizour (bejaia, Algérie). Thèse Magister USTHB Alger.

Bouillin J.P. (1977):Géologie alpine de la Petite kabylie dans la région de Collo et D'El- Milia (Algérie). Thèse de Doctorat, Paris VI, 509 pages.

Durand Delga M. (1969) : Mise au point sur la structure Nord-Est de la Berbérie, bulletin de service de la carte géologique de l'Algérie

Durand Delga M. (1955) : étude géologique de l'ouest de la chaîne numidique ; Thèse d'état : Paris, Publ-Serv.carte.Géol.Algérie.25.5.33pp

DMI (2007) : Rapport d'activité minier de la Wilaya de Bejaia

DMI (2020) : Rapport d'activité minier de la Wilaya de Bejaia

Icholal S. (2013) : caractérisation physico-chimique et valorisation du tuf du gisement de tinebdar (Algérie)

GELARD J. P. (1979). - Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie (un segment interne de l'orogène littoral nord-africain).*Thèse Sciences*, Dijon, 326 p., 98 fig., 19 pl., 1 carte h.t. couleur.

Graine, K., Marignac, C., 2001. Dépôts pyriteux et minéralisations Zn-Pb-(Cu) du massif volcano-plutonique d'Amizour (Bejaïa, Algérie). Typologie et genèse des Minéralisations. Bull. Serv. Géol. Algérie 11 (1), 97 – 127.

Hssissène, M., 1989. Etude géologique des Djebels Arbalou-Gouraya : éléments Occidentaux du domaine des Bâbors (région de Bejaïa). Thèse Mag, U.S.T.H.B, Alger

Kieken M. (1962). - Esquisse tectonique de l'Algérie (Algérie du Nord).Exposé sur les connaissances actuelles de la structure de l'Algérie et présentation d'une carte tectonique au /1.000.000.*Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, nouv.série, n° 31, 2 pl., 1 carte.

Kerimov (1977) : concernant les travaux de recherche et de prospection exécutés sur le gisement de calcaire d'Adrar Oufernou ‘ ‘ Rapport géologique EREM 1977

Laouar, R., Boyce, A.J., Ahmed-Said, Y., Ouabadi, A., Fallick, A.E., Toubal, A., **2002.** Stable isotope study of the igneous, metamorphic and mineralized rocks of the Edough complex, Annaba, northeast Algeria. *J. Afr. Earth Sci.* 35, 271 – 283.

Laouar, R., Boyce, A.J., Arafa, M., Ouabadi, A., Fallick, A.E., **2005.** Petrological, geo-chemical, and stable isotope constraints on the genesis of the Miocene igneous rocks of Chetaibi and Cap de Fer (NE Algeria). *J. Afr. Earth Sci.* 41, 445 – 465.

Leikine, M., 1971. Etude géologique des Bâbors occidentaux. Doct. Etat thesis. Univ. Paris, pp. 536

Mahtout L. et D. Merabet (2004) : caractérisation du minerai plambozincifère d'Amizour en vue d'un enrichissement par flottation, les techniques de l'industrie minière n°22

Mahtout Laila (2009) : Influence de la consommation des réactifs de la flottation sur la sélectivité des métaux Pb/Zn (Mine Amizour), Thèse doctorat, Université de Sétif

Moureaux C. (1967) : Influence de la température et de l'humidité sur les activités biologiques de quelques sols ouest-africains » Articles.

Ouabadi, A., Capdevila, R., Fourcade, S., **Semroud, B., 1992.** Le granite à biotite et Cordiérite du Cap Bougaroun (Algérie): un analogue alpin des granites de type S de la Ceinture de Lachlan (Australie)? *C.R. Acad. SCI. Paris* 314, 1187 – 1194.

Ouabadi, A., 1994. Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à Cordiérite (Cap Bougaroun, Béni-Tou ff out et Fil fi la), Algérie nord-orientale. Doct. Thesis. Univ. Rennes I, France, pp. 257.

Semroud, B., 1981. Evolution pétrologique du complexe magmatique Néogène de la région de Béjaia-Amizour. Doct. thesis. USTHB, Algiers, pp. 267.

Segalan P. (1968) : « Note sur une méthode de détermination des produits minéraux amorphes dans certaines sols a hydroxydes tropicaux », articles

Sève Robert (2004) : « science de la couleur » article département des lettres, Université Lyon

Saidi Leila (2012) : caractérisation et valorisation des rejets issus du traitement du minerai Pb/Zn (mine d'Amizour) mémoire magister, université Abderrahmane Mira de Bejaia

Semroud B. (1981) : évolution pétrographique du complexe magmatique néogène de la région de Bejaia (Amizour), Thèse doct. D'état. U.S.T.H.B., Alger 267 p.

Saverov V. (1993) : Rapport sur les résultats des travaux de recherche évaluation du gisement d'oued Amizour, ORGM, Algérie

Starovitov V. et R. Aoudia (1997) : « Rapport sur la prospection détaillée du gisement de Boudjellil », SOMACOB

Traoré K. (2003) : « frittage à basse température d'une argile kaolinitique du Burkina-Faso Transformation thermique et réorganisations structurales », thèse de doctorat, Université de limoges.

Vila. J. M (1980) : la chaine alpine de l'Algérie oriental et des confins Algéro-tunisiens, thèse doct. Paris, VI, 663 p.

Vila J.M, et Velde P. (1974) : la présence d'un filon de roche lomoroitique recoupant le flysch de type Guerrouche entre Azaba et Hammam Meskoutine dans l'Est Constantinois, C.R.Acad., Sc., p.25, 89-2592

Autres références

ALGRAN Bejaia unité Adrar Oufernou : plan d'exploitation [2015] (Documentation de l'entreprise)

CETIM (centre d'études et des services technologique de l'industrie des matériaux de construction) : « Rapport géologique de gisement de tuf de remila » (2003)

Moradov R. « les travaux de recherches géologiques dans le gisement d'argiles oued remila » article DREG Boumerdes

Direction général des mines, Alger, Année 2009-2010 : « Bilan des activités minières »

Entreprise national de développement et de la recherche industrielle de matériaux de construction « étude d'aptitude du plâtre de Boudjellil a la fabrication de carreaux de cloison », Boumerdes 1955

Service de la carte géologique de l'Algérie 1960

Cours de traitement et valorisation des rejets miniers, Université A/mira Bejaia

<https://Zergounbrothersgroup.com/mining/mine-de-celestine/>.