

N° d'ordre :



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 02 Mohamed Benahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade de

Master en géologie

Spécialité : **Géodynamique de la Lithosphère**

Thème :

Hydrothermalisme et Minéralisations
- Cas de HAMAMM BOUHJAR - Wilaya D'Ain Témouchent Nord-Ouest
Algérien

Présenté par :

BOUKHARI Nadjat

Soutenu le : 21/09/2022

Devant les membres du jury :

Mr. MAHMOUDI Mohamed	MAA	Université D'Oran02	Président
Mr. BAAOUAGUE Abdelbaki	MAA	Université D'Oran02	Rapporteur
Melle. KARED Ratiba	MCB	Université D'Oran02	Examineur

Oran 2021/2022

Remerciements

L'élaboration de ce mémoire de fin d'études est le fruit de cinq années d'études. Ce travail n'aurait pu voir le jour sans la collaboration de nombreuses personnes qu'il m'est agréable de remercier.

Je remercie Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donnée durant toutes ces années d'études.

Je tiens tout d'abord à remercier mon encadreur .Mr. BAAOUAGUE Abdelbakï, pour m'avoir fait confiance, ainsi que pour leur disponibilité, leur patience et leurs généreux conseils tant scientifiques qu'humains qui m'ont été d'une grande valeur.

Merci pour votre aide inestimable, vos précieux conseils avisés m'ont été très utiles pour améliorer et développer mon esprit critique et scientifique.

C'est un honneur pour moi de voir dans mon jury Mr. MAHMOUDI Mohamed et Melle. KARED Ratiba.

. Qu'elles soient vivement remerciées.

Mes remerciements à tous les enseignants du Département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'Université d'Oran

Et enfin, je tiens à remercier tous mes amis (es) qui m'ont aidé et encouragé pour réaliser ce mémoire.

Merci à tous !

Nadjet.

Dédicace

Au nom de Dieu, le clément, le très miséricordieux.

Je dédie modeste travail à Ma mère, qui a œuvrée pour ma réussite, par son amour, son soutien tous ses sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance

et sa présence dans ma vie. Que dieu la procure bonne santé et longue vie.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit

Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes chers sœurs Iman, Ibtisam et Fatma Zahra

Mon bras droit mon frère Fayçal et la famille BOUKHARI

Sans oublier mes diamantes qui m'ont beaucoup aidé, mes chéries mes copines,

Djahida , Fatima Zohra, Yasmin, Saadia et Asmaa.

Et Finalement je remercie collègues de promo,

A tous ceux qui ont contribués de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis
merci

Résumé

Nord-ouest algérien dans la wilaya d'Ain Témouchent, région de Hammam Bouhajar, les eaux thermales prennent naissance sous l'influence de catastrophes naturelles (tremblements de terre, éruptions volcaniques, mouvement tectonique)

Minéralisation associée à une activité hydrothermale dans la région de Hammam Bouhajar, gouvernorat d'Ain Témouchent.

Afin de résoudre ce problème, nous avons fait ce travail

Notre entreprise dépend de

Présentation de l'histoire de l'origine de Hammam Bouhajar et de quelques études antérieures de géologues.

Elle consiste à résumer les caractéristiques géologiques et géographiques, ainsi que l'aspect structural concerné par la définition des différents plis, des occurrences régionales et locales, la définition des volcans et tremblements de terre et mouvement tectonique.

Ainsi que la définition de l'hydrothermique et ses propriétés chimiques et physiques en général et l'étude des analyses de laboratoire sur des échantillons spécifiques prélevés dans la zone d'étude sur la base d'études antérieures

Mots clé : hammam Bouhdjar. Minéralisation activité hydrothermale, Histoire géologique.

Abstract

Northwest Algeria in the wilaya of Ain Témouchent, Hammam Bouhajar region, thermal waters originate under the influence of natural disasters (earthquakes, volcanic eruptions, tectonic movement)

Mineralization associated with the water activity of Desa Hammam Bouhajar, Ain Témouchent governorate.

The starring role in the championship role

Our business depends on

Introducing the history of the origin of Hammam Bouhdjar and some previous studies of geologists.

Address adjacent to the university drawing, geography, as well as the other side of the adjacent channel earthquakes and tectonic movement.

As well as the definition of hydrothermal and its chemical and physical properties in general

A study drawn from a previous study

Key words: Hamam Bouhdjar. Mineralization, aquatic activity.

ملخص:

شمال غرب الجزائر في ولاية عين تموشنت، منطقة حمام بوحجر ، تتبع المياه الحرارية تحت تأثير الكوارث الطبيعية (الزلازل، الانفجارات البركانية ، الحركة التكتونية) التمعن المرتبط بالنشاط الحراري المائي لمنطقة حمام بوحجر بولاية عين تموشنت.

من أجل حل هذه المشكلة، قمنا بهذا العمل

يعتمد عملنا على التعريف بتاريخ أصل حمام بوحجر وبعض الدراسات السابقة للجيولوجيين.

يتألف من تلخيص الخصائص الجيولوجية والجغرافية، وكذلك الجانب الهيكلي المعني بتعريف الطيات المختلفة، والحوادث الإقليمية والمحلية، وتعريف البراكين والزلازل والحركة التكتونية وكذلك التعريف بالحرارة المائية وخواصها الكيميائية والفيزيائية بشكل عام.

ودراسة التحاليل المخبرية على عينات محددة مأخوذة من منطقة الدراسة بناءً على دراسات سابقة

الكلمات المفتاحية: حمام بوحجر. التمعن. النشاط الحراري المائي. التاريخ الجيولوجي

Liste des figures

Chapitre I : Généralité

Fig.01 : situation géographique du secteur d'étude.....7

Figure2 : (situation géographique du secteur d'étude).....8

Figure 03 ; diagramme des fréquences altimétriques.....8

Chapitre 02 : Géologie Régional et Locale

Figure 04 : Cadre géologique de la wilaya d'Ain Témouchent (Extrait de la carte géologique d'Algérie au 1 / 500.00 13

Figure 05 : Légende de la carte géologique d'Algérie au /500.000.....14

Figure 6 : Position stratigraphique et âge du volcanisme en Oranie nord- occidentale (d'après Mégartsi, 1985, In Boucif 2006).....15

Figure 7: Les failles actives de la wilaya d'Ain Témouchent, F1 : faille de StahZilzila, F2 : faille de Djebel Djaddara, F3 : faille de la Sebkhia Sud.....17

Chapitre 03 : Hydrothermalismes et minéralisations

Figure 8 : Coupe présentant les principaux réservoirs fluides, les circulations des solutions hydrothermales et leurs compositions dans la croûte terrestre Cathelineau M, Boiron M, Tuduri J, 201119

Figure 09 : Représentation schématique du cycle de l'eau donnant naissance aux sources hydrothermales au niveau des dorsales océaniques. Les dorsales parcourent 64.000 km à la surface du Globe. Les sources d'eaux chaudes abritent une vie extraordinaire composée d'organismes adaptés à l'absence de lumière et d'oxygène Cathelineau M, Boiron M, Tuduri J, 201121

Figure 10 : facteurs clés pour la formation d'un gisement hydrothermal.....23

Chapitre 04 : Etude microscopie

Figure11 : affleurement de travertin à la région de hammam Bouhdjar.....26

Figure 12 : Roche de travertin.....26

Figure 13 : calcite en LN	28
Figure 14 : calcite en LN	29
Figure 15 : calcite en LP	29
Figure 16 : calcite en LP	29
Figure 17 : grain de quartz en LN	30
Figure18 : oxyde de fer en LN	31

Liste des tableaux

Tableau 1: Repartitions des pourcentages de la surface du secteur en fonction de l'altitude...8

Tables des matières

Résumé	i
Abstract	ii
ملخص	iii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux	vi
Introduction générale.....	01

Chapitre I : Généralité

I.1.Historique et travaux antérieurs.....	4
I.2.situation géographique.....	6
I.3.contexte géomorphologique.....	7
I.3.1.Aperçu morphologie régionale.....	7
I.3.2.Morphologie locale.....	8
a-le relief.....	8
b-étude de réseau hydrographique	9
c-climatologie.....	9
•climat.....	9
•contexte hydrogéologique.....	10

Chapitre II: géologie régionale et local

II-1-geologie régionale.....	12
II-1-1-cadre morpho –tectonique.....	12
II-1-2-stratigraphie.....	12
a-les terrains sédimentaires.....	12
•le trias.....	12
•le lias.....	12
•les schistes d’âge calllovo-oxfordien.....	12
•le Néocomien.....	13
•le miocène.....	13
•pliocène discordant post-nappes.....	13
•Quaternaire.....	13
•les terrains volcaniques.....	15
II-2-Analyse structurale.....	16
II-2-1-faille de stahzilizila (F1).....	16
II-2-2-faille de djébel Djadara (F2).....	16
•passe à côté de HB.....	16
II-2-3-faille de la sebkha sud (faille de la Mleta F3).....	16

Chapitre III : hydrothermalisme et minéralisation

III-1-hydrothermalisme.....	19
III-1-1-hydrothermalisme des dorsales.....	19
III-1-2-hydrothermalisme associé à la mise en place des corps magmatiques.....	20
•Définition.....	2

0

III.1.3.Sources hydrothermales : les fumeurs noirs et les fumeurs blancs.....	21
III-2-Minéralisation associés à l'hydrothermalisme.....	22
III-2-1- Généralités.....	22
III-2-2-conditions physico -chimiques de formation.....	22

Chapitre IV : Etude pétrographique

IV-1-Généralité.....	25
IV-2-Description Macroscopie.....	25
IV -2-1-les travertins.....	25
IV-2-2-la calcite.....	26
IV-2-3 -le quartz.....	27
IV-2-4- oxyde de fer.....	27
IV-3-Description Microscopie.....	27
IV -3-1-la calcite.....	27
IV-3-2-le quartz.....	30
IV 3-3- oxyde de fer.....	30
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	34



InTro**D**uc**T**io**N**

Introduction

La Terre est un système complexe qui évolue depuis près de 4,5 milliards d'années et dans lequel nous puisons notamment nos ressources minérales. Depuis toujours, l'eau joue un rôle majeur dans la genèse de ces ressources.

Elle transporte des ions et des gaz, formant des fluides qui circulent à toutes les profondeurs de la croûte terrestre, sous des conditions de pression et de température plus ou moins élevées. Ces circulations de fluides sont à l'origine de concentrations hydrothermales qui procurent l'essentiel des ressources en Zn, Pb, Ag, Ge, U, Ba ou F, et plus de 50 % des ressources en Cu, Co, Au, Sn et W.

Les gisements métalliques de la partie supérieure de la lithosphère, à l'exception de ceux strictement liés à la cristallisation d'un magma, sont pour la plupart associés à l'existence d'une phase fluide, qui a extrait les métaux à partir d'une roche source, les a transportés puis déposés dans un piège. Les processus d'extraction, de transport et de dépôt sont particulièrement efficaces puisque les teneurs en métaux des gisements multiplient par des facteurs de 10³ à 10⁶ les concentrations initiales des roches sources

Les gisements métalliques de la partie supérieure de la lithosphère, à l'exception de ceux strictement liés à la cristallisation d'un magma, sont pour la plupart associés à l'existence d'une phase fluide, qui a extrait les métaux à partir d'une roche source, les a transportés puis déposés dans un piège. Les processus d'extraction, de transport et de dépôt sont particulièrement efficaces puisque les teneurs en métaux des gisements multiplient par des facteurs de 10³ à 10⁶ les concentrations initiales des roches sources.

L'identification des réservoirs sources de fluides au moyen de leurs signatures géochimiques est essentielle pour mieux comprendre les processus de migration des fluides, leurs interactions avec les roches traversées et les mécanismes nécessaires à la genèse des concentrations minérales. Selon leur localisation dans la croûte, les fluides ont des compositions et des origines variées.

Dans les tous premiers kilomètres de la lithosphère, les fluides dominants sont des fluides de recharge qui percolent à partir de la surface (fluides météoriques). Ils sont relativement dilués, appartiennent au système H₂O-sels (Na dominant), avec de très faibles quantités de gaz (CO₂, CH₄). Ils sont piégés dans des conditions de pression de quelques dizaines à quelques centaines de bars et à des températures variant entre 50 et 350 °C. C'est le domaine des fluides des systèmes géothermiques actifs ou des systèmes hydrothermaux des provinces volcaniques auxquels sont associés les dépôts de métaux (Au, Ag, Cu...). Dans les niveaux

Introduction

superficiels, des processus d'ébullition peuvent être observés lorsque la température est élevée. L'ébullition a pour conséquence de libérer les gaz dissous dans la solution hydrothermale. Il aboutit à la précipitation des éléments restant en solution (Au, As, Sb, Ag).

Les fluides hydrothermaux d'origine magmatique sont issus de la séparation d'une phase fluide lors de la cristallisation de magmas. Ces fluides de moyenne à haute température (350 °C à plus de 600 °C) sont généralement enrichis en K et peuvent posséder des teneurs non négligeables en Li. Accumulés au toit des plutons leur libération s'effectue lorsque leur pression excède la pression de confinement, provoquant d'importantes fracturations, appelées stockworks une fois minéralisées. Ces gîtes comptent parmi les plus importants gisements au monde de Cu, Mo et Au (Chuquicamata au Chili, Climax aux États-Unis et Grasberg en Indonésie).

À plus grande profondeur (5-15 km), les fluides sont généralement en équilibre avec les roches encaissantes (métamorphiques ou granitiques). Les compositions chimiques sont dominées par H₂O, CO₂, CH₄ et N₂. Les fluides sont associés au métamorphisme prograde (fluides métamorphiques où l'eau est issue de processus de déshydratation) ou rétrograde (fluides pseudo-métamorphiques, équilibrés avec leurs encaissants).

Les fluides sont piégés sous des pressions de l'ordre de 2 à 5 kbars et à des températures relativement élevées (300-500 °C). Les gîtes aurifères des cratons africains, canadiens ou australiens se sont mis en place dans ces conditions le long de grandes failles crustales.

Chapitre I : **Généralités**

I.1. Historique et Travaux Antérieures :

Hamмам Bouhdjar s'appelait « Dracones », de racine grecque signifiant « marmite tortueuse », la cité était le centre d'un réseau routier qui divergeait vers « Albuale » (Témouchent) et « Pomaria » (Tlemcen) d'une part, et Regias (Arbal), « Portus Magnus » (Saint Lieu) et « Portus Divini » (Mers El Kebir) d'autre part.

Des géologues tels que Stéphane Gsell et Mac Carthy se sont intéressés à ce qu'était Hamмам Bouhdjar dans l'antiquité. Des silex taillés, des amorphes et des débris de bassins ont permis d'établir que ces eaux chaudes étaient utilisées par les Romains.

-Les eaux de Hamмам Bouhdjar sont pétrifiantes. Une légende rapporte qu'un saint homme surpris par les eaux, en extase ou de prière, aurait été pétrifié ; Hamмам Bouhdjar signifie « Bain de l'homme de pierre ».

Certains préfèrent la traduction « Sources chaudes père du Rocher » plus en rapport avec l'aspect des chainons constitués par des dépôts calcaires.

-A trois kilomètres de la station se dresse un mausolée abritant la tombe d'un marabout appelé Sidi Bouhdjar, est-ce le même homme retrouvé pétrifié ? La légende s'arrête là.

-Lors de son passage en 1852, M. Ville après une étude succincte des sources, signale l'existence d'un petit bain maure auprès de l'une d'elle.

- Il publie ses résultats successivement dans : Recherche sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Oran et d'Alger.

-Quoi qu'il soit, dès 1856, des bains sommaires fonctionnaient à l'extrémité Est du « Fer à cheval »

. En 1893, le Génie militaire construisait 4 piscines de 4m".

Deux baignoires et quelques pièces de séjour pour les baignoires. Cette modeste installation a fonctionné jusqu'à 1902, sous l'appellation « Vieux bains ».

- En 1873, la situation a évolué et Gaucher publie une plaquette décrivant un établissement thermal à Hamмам Bouhdjar.

-En 1874, le service des ponts et Chaussées exécutait des travaux de captage d'aménagement. On comptait alors, sur les deux branches du « Fer à cheval », 29 points d'émergences dont la température variait de 29° à 55°.

-En 1879, en application, de l'ordonnance royal de 1823, une commission de l'Académie de Médecine visite la station et donne son agrément le 24 Janvier 1879 pour :

-Hamam Bouhdjar.

-Hamam Sidi Aid

. Les vieux bains" seront agréés à leurs tours en 1895.

-Lorsque le docteur Hauriot chargé de l'étude de l'ensemble des sources reconnus sur le territoire algérien vient à Hamam Bouhdjar (entre 1909 et 1911), il constate qu'il existe deux établissements.

-L'un communal dépendant de l'infirmerie indigène ouvert en 1909 et qui capte une source sortant d'un rocher isolé dans la plaine, tout près du village à l'entrée du « Fer à cheval ».

-L'autre privé comportant à la fois les thermes et un hôtel assez spacieux et convenablement aménagé,

-En outre, d'après le Dr Hauriot la présence du village qui comporte 4000 habitants offre de nombreuses possibilités de logement.

-L'établissement comporte: -08 cabines de bains alimentées par les sources Mesquine et du Figuier.

-01 piscine à eau courante fournie par la source de Palmier.

-Une installation de douches où l'eau est fournie par les sources 2 et 3 (de la classification du Dr Hauriot) sous une pression de 3 atmosphères.

Les douches peuvent fonctionner chaudes ou froides.

La période allant de 1900 à 1950 a vu la publication de plusieurs travaux sur les sources thermo minérales de l'Algérie. La majorité des autres se sont intéressés a Hamam Bouhdjar.

Les plus importants de ces travaux sont :

-Dr. Hauriot : les eaux minérales de l'Algérie. E. Pinot Edit. Paris 1911.

-M. Dalloni : observations géologiques sur les eaux thermales et minérales de l'Algérie. Congrès de l'eau. Alger 1928.

-S. Guigue : les sources thermo minérales de l'Algérie

- Etude géochimique. Bull. Serv. Carte géologie. Algérie (Toms2). 1940. 1947.

-C'est également vers cette époque que le Dr Izard fera une étude du complexe : «Contribution à l'étude des eaux thermales de Hammam Bouhdjar » Thèse Montpellier 1909

Le complexe thermal a été inauguré par le défunt Président de la République Houari Boumediene, le 02 Juillet 1974.

Récemment, deux travaux scientifiques sont venus enrichir la collection des travaux scientifiques réalisés sur les sources thermales de Hammam Bouhdjar, il s'agit de ;

-V.R. Boudjafriou et K. Lazreug contribution à l'étude hydrogéologique du complexe thermal de Hammam Bouhdjar.

-A. Issadi : Mécanisme de fonctionnement des systèmes hydrothermaux. Application aux eaux thermominérales Algériennes et aux eaux de Hammam Bouhdjar. Bull. Serv. Geol de l'Algérie 1996.

-Aujourd'hui, le complexe thermal fait de Hammam Bouhdjar une ville que de nombreux touristes visitent journallement.

I.2. Situation géographique :

Le secteur étudié se situe à 50 km Sud - Ouest d'Oran et à 21 km Nord -Est d'Ain Témouchent, limité :

-A l'Est par la commune d'Ain El Arbâa

-A l'Ouest par l'Oued El Arbâa et Djebel El Meida.

-Au Nord par la Sebkha d'Oran

-Au Sud par la commune de Hssasna

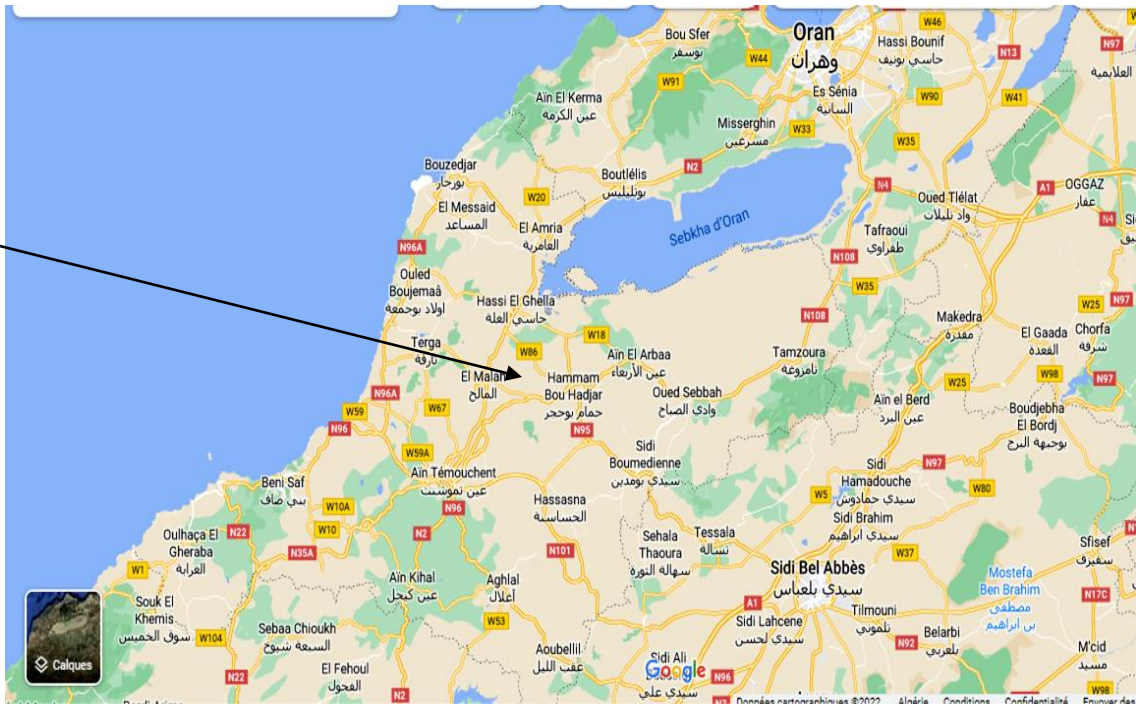


Fig.01 : situation géographique du secteur d'étude

I.3.Contexte géomorphologique :

I.3.1 Aperçu morphologie régionale :

L'Oranie septentrionale représente un domaine important du Mio - Pliocène. Dans cette vaste région, nous distinguons trois sillons :

- Un sillon septentrional représenté par la plaine des Andalouses.
- Un sillon médian prolongeant à l'Ouest de sillon de Chelif et où se trouve la plaine de M'leta. Un sillon méridional situé au Sud de Tessala.

Au Nord, les massifs littoraux d'Oran offrent des reliefs beaucoup plus restreints Ils culminent à 581 m à Msabih. Le versant Sud est fortement entaillé par une série d'oueds, alors que le versant Nord, tourné vers la mer, est formé de hautes falaises. Au Sud du sillon médian, les Monts des Tessala constituent un massif à structure complexe, long d'une centaine de kilomètre. L'altitude moyenne est de l'ordre de 800 m, Ils culminent à 1061m (pic de Tessala), et surplombent de 700 à 800 m la plaine de M'leta.



Figure 02 : (situation géographique du secteur d'étude)

I.3.2. Morphologie locale :

a. Le relief :

Le secteur étudié est caractérisé par un relief adouci avec une altitude passant de 90 à 200 m, lorsque nous nous dirigeons vers le Nord.

Le Djebel Amar situé au Nord de Hammam Bouhdjar s'élève jusqu'à 186 m, par contre, au Sud -Ouest de la ville, le Djebel Keroulis atteint une altitude de 365m

Tableau 1 : Repartions des pourcentages de la surface du secteur en fonction de l'altitude :

Altitude	pourcentage de la surface du secteur	pourcentage de la surface cumulée
50-100	14,84	100
100-150	34,87	85,16
150-200	34,1	50,29

200-250	14,45	16,19
250-300	1,36	1,74
300-350	0,38	0,38

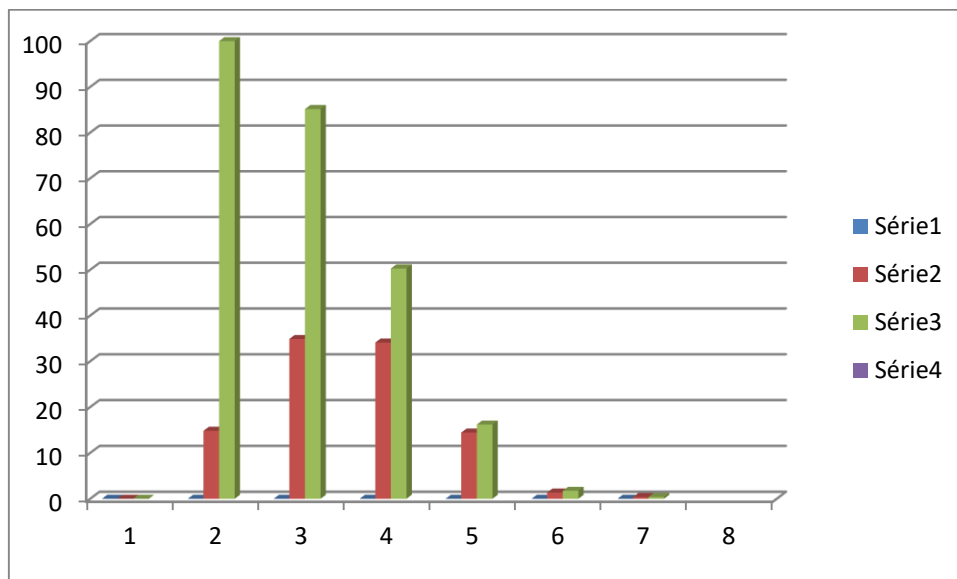


Figure 03 ; diagramme des fréquences altimétriques

L'intervalle des altitudes les plus fréquentes peut être déterminé à partir du diagramme des fréquences altimétriques.

Ce diagramme représente les pourcentages des différentes surfaces du secteur étudié en fonction de leurs altitudes. Dans notre étude cas, les altitudes les plus fréquentes sont comprises entre 100 et 150m.

b. Etude du réseau hydrographique :

Bien que les prescriptions annuelles soient relativement peu abondantes, le secteur étudié est parcouru, par l'Oued El Melah qui constitue l'affluent principal s'écoulant du Sud - Est au Nord - Est, et moins important l'Oued Meteguer qui est également pérenne, s'écoulant du Sud - Ouest au Nord- Est.

Oued El Melah conflue avec l'Oued Meteguer au niveau du Sidi Boukaa. (x=164,350, y=234.700).

Oued El Melah écoule des volumes d'eau importants vers la mer. A côté de ces systèmes principaux, il faut noter l'existence d'un nombre important de Chaâbet dont les plus importants sont :

-Chaâbet El Melah. Chaâbet Fekarine. Chaâbet Mouila. Chaâbet Zougai.

c. Climatologie :

- **Climat :**

La Wilaya de Ain Témouchent est un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité. Par ailleurs, les reliefs méridionaux (SEBAA - CHIOUKH, TESSALA, MONTS DE TLEMEN) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (SIROCCO).

La répartition moyenne des précipitations se présente comme suit :

- Le long du littoral une moyenne de 300 mm/an
- Les plaines sublittorales de 400 à 500 mm/an
- Les hauteurs de Tessala plus de 500 mm/an

Nous avons utilisé les données climatologiques des stations d'Ain Témouchent et de Béni Saf.

Une différence de 73 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. 14.9 °C de variation sont affichés sur l'ensemble de l'année.

- **Contexte hydrogéologique :**

Le réseau hydrographique est marqué par une indigence. Les importants axes hydrographiques traversant la commune de Sidi Benadda, ainsi que notre périmètre étude sont :

- Oued Sennane prend sa source dans les monts de Tessala au Sud, pour s'orienter vers le Nord. Son cours est parallèle à la RN2 au Sud-Est passant à la limite de l'agglomération d'Ain-Temouchent. A la sortie de cette agglomération, il prend une direction Ouest vers Sidi Benadda pour se revenir ensuite vers le Nord pour rejoindre l'Oued El Malah avant de se jeter à la mer au niveau de la plage de Terga .

Chapitre I : Généralités

- Oued Chaabat. Plusieurs autres Chaabat traversent la commune avant d'aller rejoindre l'Oued Sennane accentuant ainsi la topographie très accidentée de la commune.

Chapitre 02 : Géologie Régional et Locale

II.1. Géologie régionale :

II.1.1. Cadre morpho-tectonique :

La région d'Ain Témouchent se situe dans l'Ouest algérien. Cette région est bien délimitée vers le Sud par les reliefs des Monts de Tlemcen et de leurs prolongements. Elle comprend un certain nombre de massifs montagneux. Le plus important est le massif des Traras et son prolongement méridional, la chaîne du Fillaoussene. Plus à l'Est, la région des Sebaa Chioukh n'est qu'une zone de collines en prolongement occidental du massif des Tessala. Entre ces reliefs, plusieurs dépressions s'échelonnent. Ces dépressions peuvent être des plaines actuelles ou fossiles (plaine d'Ain Témouchent - El Melah et plaine d'Hennaya) ou être-là lieu d'une reprise d'érosion intense au niveau des bassins de Bab el Assa, de la Moyenne et Basse Tafna, de l'Oued Isser et du Feid el Atouch.

II.1.2 Stratigraphie :

a. Les terrains sédimentaires :(fig. 4 .fig. 5)

➤ Le Trias :

Il affleure au Sud du massif de D'Har El Mendjel. Il est représenté généralement par des argiles bariolées rougeâtres, lie de vin parfois vertes et violacées ; associées à du gypse et à du sel. Ces affleurements sont en effet nombreux, mais ils sont recouverts par des alluvions caillouteuses et poudingues tertiaires ; qui forment la plus grande partie du sol de la plaine d'Ain Témouchent.

➤ Le Lias :

Il est représenté généralement par des calcaires. Ils forment les deux principaux pointements de Djebel Touita et de D'har El Mendjel. Il s'agit de calcaires qui affleurent en grands bancs gris ou bleu grisâtre très fissurés ; et entrecoupés à l'échelle locale par de nombreux filonnets de calcite. Les calcaires passent plus haut à des dolomies du même âge, plus compactes et plus marmorisées.

➤ Les schistes d'âge Callovo-Oxfordien :

Il s'agit de schistes verdâtres intercalés de filonnets de calcite, parfois ferrugineuses et de lentilles de quartzites. Ces formations forment la base des massifs de Djebel Touita et de D'Har El Mendjel.

➤ Le Néocomien :

Il correspond à des schistes et des quartzites, des schistes argileux avec des intercalations de lentilles de quartzites.

➤ Le Miocène :

Le Miocène post-nappe est discordant sur le Miocène synchro-nappe, il affleure au niveau de la Plâtrière (Village Emir Abdelkader). Plusieurs critères sédimentaires permettent de le différencier : l'apparition du gypse, l'apparition des formations volcaniques (laves et pyroclastes), l'apparition des récifs et la disparition du Trias et des blocs exogènes.

➤ Pliocène discordant post-nappes :

Le pliocène est discordant sur le Miocène post-nappe. Il est constitué de grès jaunâtre mollassique. Ce grès Astien fossilifère renferme plusieurs espèces fauniques. Il est riche en pectens, en huîtres, et en autres bio-clastes, telles que les débris de bivalves (Boucif, 2006).

➤ Le Quaternaire :

Il est représenté par un limon qui se dépose dans les courbes à fond plat.

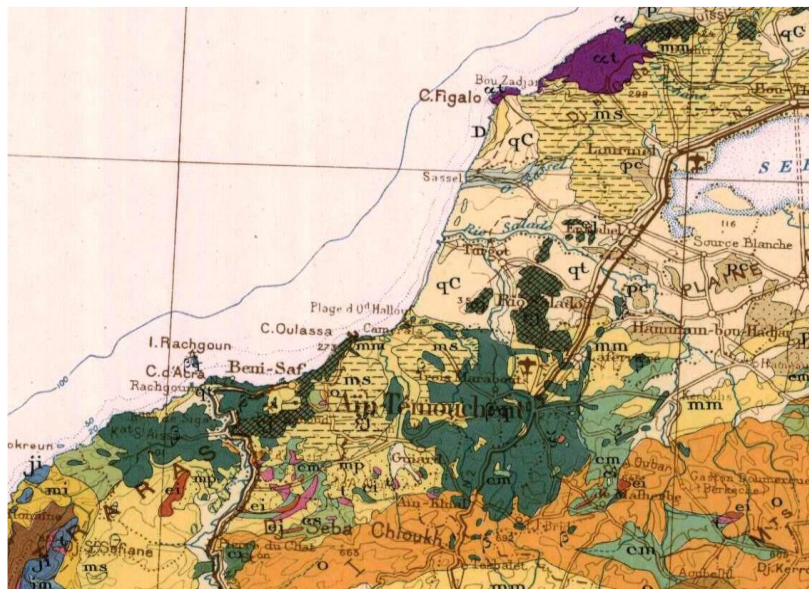


Figure04 : Cadre géologique de la wilaya d'Ain Témouchent
(Extrait de la carte géologique d'Algérie au 1 / 500.000).

Chapitre II : Géologie Régional et Locale

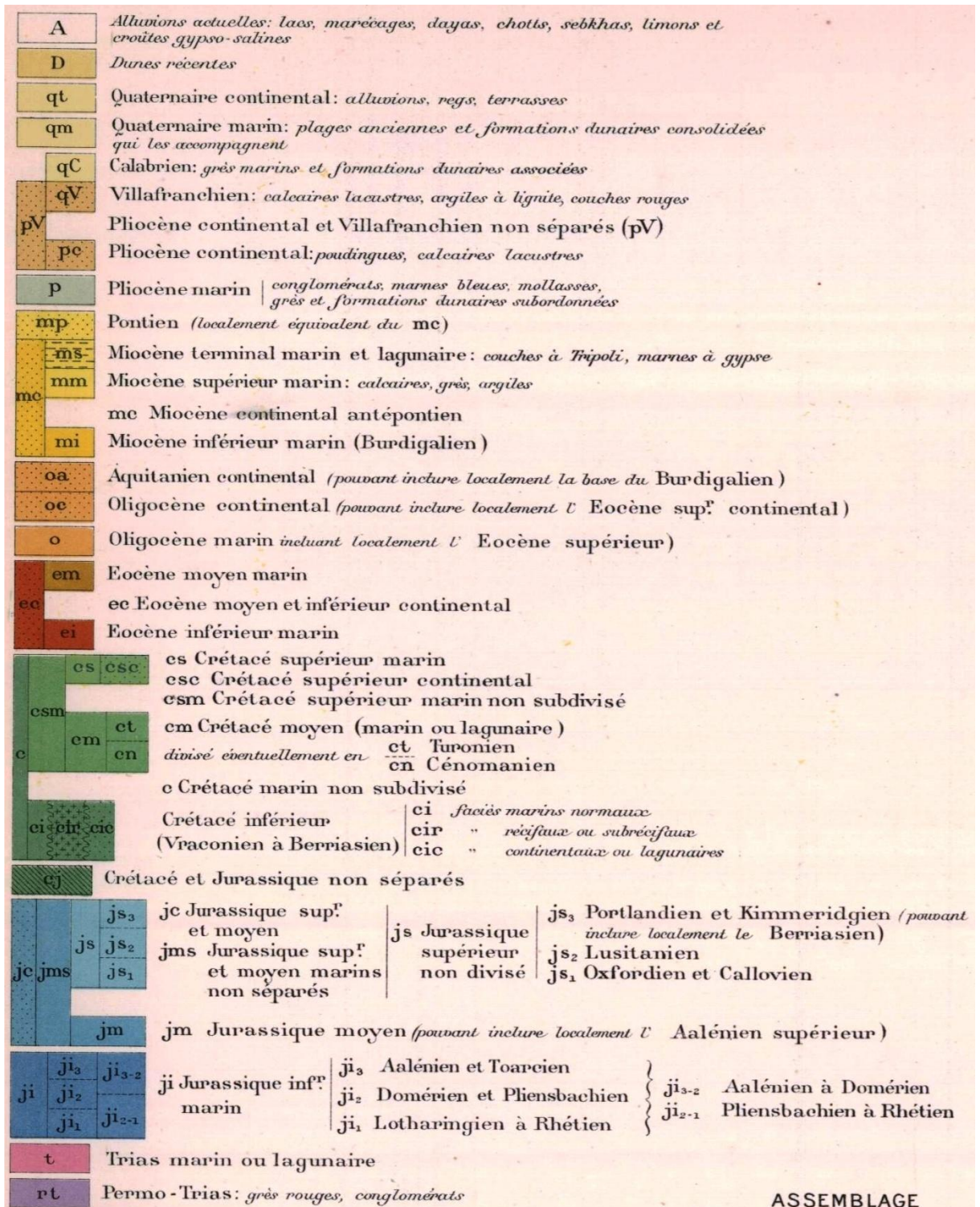


Figure 05 : Légende de la carte géologique d'Algérie au 1 / 500.000.

➤ **Les terrains volcaniques :**

Le massif d'Ain Témouchent se situe à environ 70 Km au Sud-Ouest de la ville d'Oran. Le volcanisme d'Ain Témouchent couvre une superficie de 350 Km². Les produits émis ont atteint les alentours de Chaâbet Elaham, au Nord, le Douar Chentouf à L'Est, Ain Tolba et Ain Kihal au Sud et les environs de Sidi Safi à l'Ouest.

Le volcanisme de la région d'Ain Témouchent se caractérise par son jeune âge car il s'est manifesté pendant le Quaternaire entre -1.28 et -0.82 Ma (Louni-Hacini et al. 1995 et Coulon et al. 2002). Les émissions volcaniques varient entre des laves associées le plus souvent à des brèches volcaniques et du volcano-sédimentaires. Les coulées émises reposent sur un substratum représenté par des sédiments Néogènes du deuxième cycle post-nappes.

Aux environs du Djebel Dzioua, de Koudiat Berbous et de Sidi Ben Adda, les produits éruptifs recouvrent des récifs coralliens d'âge Messénien (Moissette, 1988). Les gisements volcaniques les plus méridionaux reposent sur des formations marno-gréseuses d'âge Miocène. Ce vaste massif contient près de 22 appareils volcaniques.

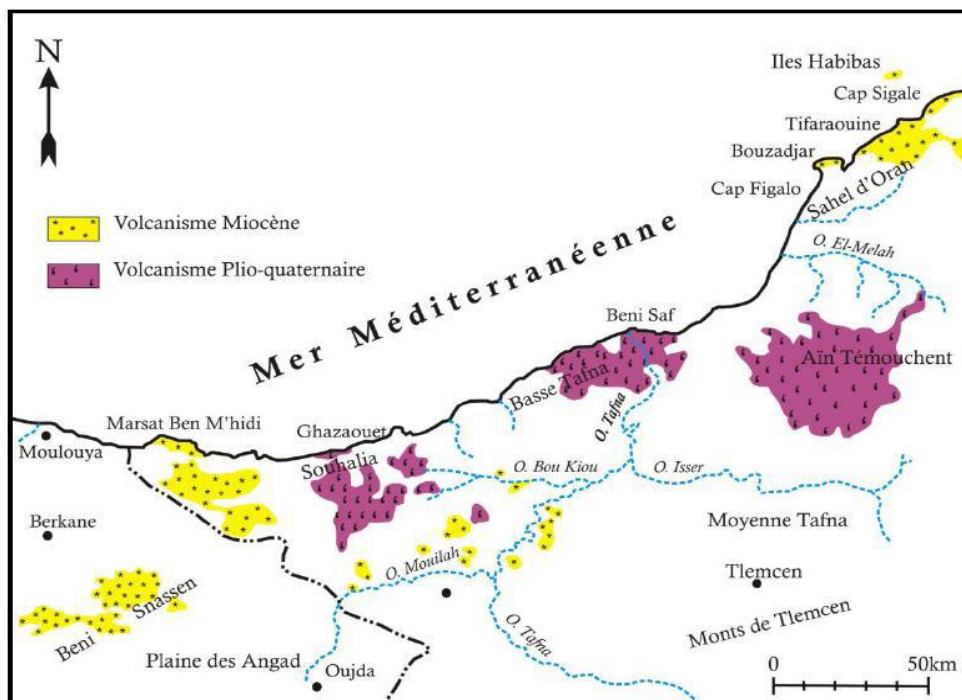


Figure 06 : Position stratigraphique et âge du volcanisme en Oranie nord- occidentale (d'après Mégartsi, 1985, In Boucif 2006).

II.2. Analyse structurale :

Par ce biais, nous essayons de synthétiser plusieurs travaux qui ont traité la partie structurale de notre région d'étude. A cet effet, nous avons rassemblé toutes les cartes qui illustrent la distribution des failles en Oranie Nord occidentale. Ensuite, nous avons limité la sélection des failles uniquement celles qui touche la région d'Ain Témouchent. Pour des raisons statistiques nous avons éliminé les failles identiques répétées.

Notre deuxième approche était de prendre que les failles typées actives (les failles dites « actives » de ce travail, sont d'âge Holocène à Pléistocène). En revanche, trois principales failles actives sont déterminées dans notre région. Notons, que toutes les failles sont reproduites des travaux antérieurs (Guardia 1975, Thomas 1985, Meghraoui 1988, Yelles Chaouche et al 2004, Boucif 2006 et autres auteurs).

II.2.1. Faille de StahZilzila (F1) :

La faille de StahZilzila localisée le long de la côte au Sud de Beni Saf, près de Souk Etnine (Oulhaça), est une faille supposée active de direction générale NE–SW, avec un pendage Sud–Est. L'érosion côtière et un important glissement de terrain ont caché la trace de la faille. Cette région côtière est soulevée par un large anticlinal, qui plonge, puis disparaît au Nord-Est vers Beni Saf (Yelles-Chaouche et al. 2006). La longueur totale de la faille est incertaine. Toutefois, on estime cette longueur entre 10 et 21 km.

II.2.2 Faille de Djebel Djaddara(F2) :

❖ Passe à côté de Hammam Bouhdjar :

La faille de Djebel Djaddara est interprétée comme étant une faille inverse présentant un pendage vers le Nord-Ouest et une direction Nord-Est. Elle est visible sur au moins 10 km à partir d'un point situé à 1,5 km du village de Chentouf jusqu'au Nord de la ville de Hammam Bouhdjar. Elle apparaît comme un alignement discontinu présentant des escarpements à facettes Sud-Est et un contraste linéaire très marqué. Cette faille est associée à des déplacements de surfaces alluviales d'âge Pléistocène supérieur et possiblement Holocène.

II.2.3 Faille de la Sebkhia Sud (Faille de l'Ouest de la Mleta (F3) :

Un système de failles inverses discontinues à pendage Sud à Sud-Est recoupe les surfaces de piémont représenté par des niveaux alluvionnaires d'âge Pléistocène inférieur à Holocène qui séparent le bassin de la Mléta au Nord des monts du Tessala au Sud. Les traces de la faille sont apparentes dans une carrière à l'Ouest du village d'El Khemis (d'Ain EL Arbâa). Cette faille d'orientation Est-Ouest présente un plan sub-vertical sur lequel des stries ont été observées. Ce système de failles se prolonge, vers le Nord-Est, le long des Monts du Tessala.

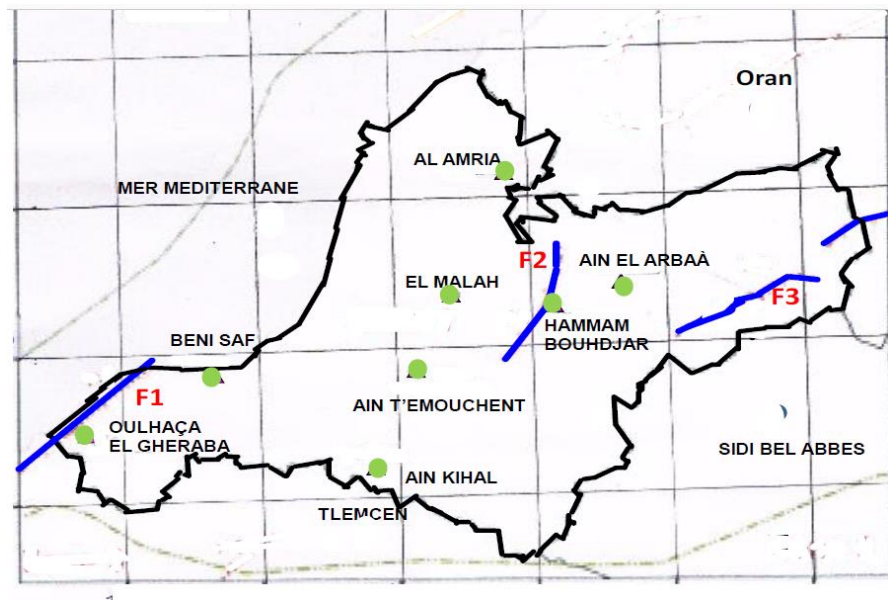


Figure 7: Les failles actives de la wilaya d'Ain Témouchent, F1 : faille de StahZilzila, F2 : faille de Djebel Djaddara, F3 : faille de la Sebkhâ Sud.

Chapitre 03 : Hydrothermalismes et minéralisations

III.1. Hydrothermalisme :

L'hydrothermalisme se rapporte à la circulation souterraine d'une eau chaude, chargée en minéraux dissous. Cette circulation, favorisée par une source de chaleur, se déroule souvent dans des filons en zone volcanique, non loin d'une chambre magmatique, ou en zone plutonique (génération de fluides hydrothermaux à la fin ou après la cristallisation d'un pluton).

Cette circulation dissout les minéraux présents dans les roches traversées. Ces minéraux peuvent précipiter ailleurs. Cela est à l'origine de nombreux types de minerais (minerais d'or, cuivre, barytine...).

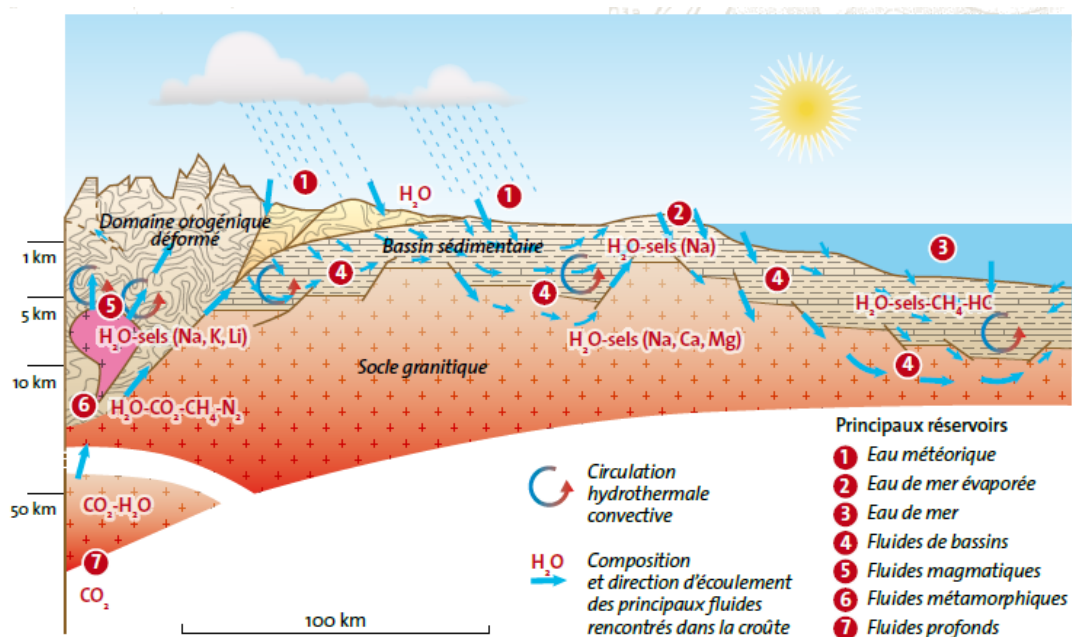


Figure 8 : Coupe présentant les principaux réservoirs fluides, les circulations des solutions hydrothermales et leurs compositions dans la croûte terrestre (Cathelineau M, Boiron M, Tuduri J, 2011.)

III.1.1 Hydrothermalisme des dorsales :

L'hydrothermalisme est fréquent sur l'axe des dorsales océaniques. Des monts hydrothermaux de dizaines de mètres de hauteur se forment à la surface du sédiment, portant des cheminées environnées par une faune abondante de Bivalves et de petits Vers Annélides fousseurs. Ces monts résultent de l'interaction entre des fluides hydrothermaux et des sédiments pélagiques carbonatés.

III.1.2 Hydrothermalisme associé à la mise en place des corps magmatiques :

Les filons hydrothermaux correspondent à des fractures remplies à la suite de la différenciation du magma et de la baisse progressive de température de cristallisation au cours de laquelle plusieurs étapes majeures se déroulent, aboutissant à la mise en place, en raison de gradients de température et de pression, d'associations métallifères caractéristiques. Le géologue Waldemar Lindgren a classé les filons hydrothermaux suivant la profondeur à laquelle leur minéralisation a pu s'effectuer selon le processus de cristallisation fractionnée, ou plutôt suivant la température et la pression, fonctions elles-mêmes de la profondeur². Il distingue ainsi plusieurs phases³ : les filons hypothermaux (500-300°C, profondeur supérieure à 3,6 km) dont la gangue contient des minéraux de haute température (pyroxène, grenat, tourmaline, magnétite, pyrrhotite) et peut envelopper des minerais de valeur (cuivre, uranium, thorium, le lithium, le béryllium, bore) ; les filons mésothermaux (300-200°C, entre 1,2 et 3,6 km de profondeur) avec une gangue, quartzeuse ou carbonatée, et des minerais de plomb, de zinc, d'argent ou d'or ; les filons épithermaux (200-50°C, gisements les plus superficiels de 0 à 1,6 km) avec une gangue qui se rapproche des minéralisations des sources thermales (calcite, silice, fluorine, barytine) et des minerais d'or, d'antimoine, de plomb. La plupart de ces derniers sont associés au volcanisme felsique aérien.

✓ Définition :

Hydrothermal, e, aux adj. [de hydro-, et du gr. thermos, chaleur] - Qui se rapporte aux circulations d'eaux chaudes liées à la fin d'une éruption volcanique, ou à celle de la cristallisation d'un magma, et aux sources qui peuvent, éventuellement en résulter. Les solutions hydrothermales, à 100-400°C et sous pression, contiennent divers corps avec Fe, Ti, Cu, Pb, Zn, Sn, Hg, U, ... Ces corps issus du magma ou prélevés dans les roches encaissantes peuvent ensuite précipiter et se concentrer en filons. n. m. hydrothermalisme. (Dictionnaire de géologie).

Les sources hydrothermales sont des sources d'eau chaude observées au niveau des dorsales océaniques, entre 500 et 5.000 mètres de profondeur. Elles existent là où deux plaques tectoniques divergent. Le magma comble les ouvertures. Lors de son refroidissement, il se fissure l'eau froide (donc dense) peut s'engouffrer dans les crevasses et descendre jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur. Elle va alors rencontrer des zones chaudes (parfois plus de 400 °C) et se réchauffer. L'eau chauffée (donc moins dense) remonte alors en

direction de la surface où elle va jaillir sous forme diffuse ou au travers de fumeurs (ou cheminées).

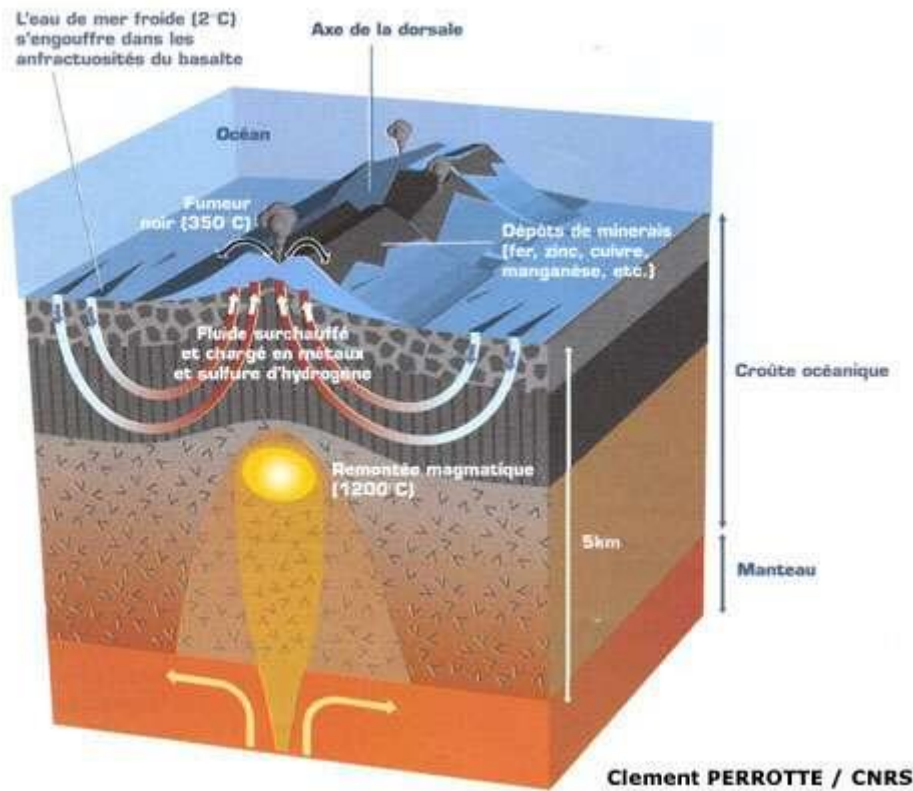


Figure 9 : Représentation schématique du cycle de l'eau donnant naissance aux sources hydrothermales au niveau des dorsales océaniques. Les dorsales parcourent 64.000 km à la surface du Globe. Les sources d'eaux chaudes abritent une vie extraordinaire composée d'organismes adaptés à l'absence de lumière et d'oxygène (Cathelineau M, Boiron M, Tuduri J, 2011)

III.1.3.Sources hydrothermales : les fumeurs noirs et les fumeurs blancs :

Il existe plusieurs types de fumeurs :

- les fumeurs noirs expulsent de l'eau non diluée à une température élevée (350 °C ou plus) et un pH acide de 3. La composition de l'eau varie selon les roches rencontrées durant la remontée. Elle contient principalement des sulfures (surtout H_2S), du méthane, du gaz carbonique, de l'hydrogène, de l'hélium ainsi que de nombreux éléments métalliques (Lithium, Fer, Cuivre, Zinc, Plomb, Uranium). Au contact de l'eau froide (2 °C), les sulfures métalliques précipitent et donnent naissance aux

édifices hydrothermaux. Il s'agit du phénomène responsable de la couleur noire de l'eau ;

- Les fumeurs blancs rejettent des eaux moins chaudes (150 à 250 °C). La couleur blanche résulte de la précipitation de sulfure de calcium.

III.2. Minéralisations associés à l'hydrothermalisme :

III.2.1. Généralités :

Hydrothermal, cela veut dire que les métaux sont apportés par des fluides. Pour les gisements de métaux de base les études d'inclusions-fluides ont mis en évidence des températures de piégeages de l'ordre de 100 à 150° C avec des fluides très salés et généralement chlorurés. Les chimistes nous indiquent d'ailleurs que pour ces températures et pour des teneurs en soufre ne dépassant pas 10-2M les complexes chlorurés sont plus stables que les complexes bisulfures.

Les gisements hydrothermaux sont engendrés par des solutions minéralisés gazeux-liquides chaudes circulant sous la surface terrestre. Les concentrations de minéraux utiles d'origine hydrothermaux sont le fait de précipitation de masses minérales en cavités des roches comme de substitutions à ces dernières. Aussi la forme des corps de gisements hydrothermaux est fonction, d'une part, de la morphologie des cavités remplies et, d'autre part, de la configuration des roches remplacées. La forme la plus typique des gisements hydrothermaux est celle des divers filons. On rencontre souvent des stocks, nids, stockwerks, lentilles, amas tabulaires, ainsi que combinaisons de corps complexes.

III.2.2 Conditions physico-chimiques de formation :

Les gisements hydrothermaux sont formés à partir des solutions chaudes gazeuses et liquides. Les solutions minéralogiques peuvent prendre forme de suspension, de colloïdes et de solutions moléculaires. Ces types de gisements sont liés à la circulation de fluides aqueux chauds, de T° comprise entre 100 et 450°C, dans les pores et fractures des roches en profondeur :

- Ces fluides correspondent :
 - À des eaux météoriques (douces ou océaniques),
 - A des fluides aqueux magmatiques
 - A un mélange des types précédents

- Température et circulation
- Réchauffement par présence d'un magma, d'un pluton ou dû simplement à la profondeur (gradient géothermique)
- Circulation par convection

Actions de ces fluides

- Dissolution
- Des éléments chimiques de la roche par ces fluides très agressifs du fait de la température apportée magmatique chimique issue de la surface chaude
- magmatique : certains éléments chimiques issus du magma
- Transport
- Sous forme d'ions dissous (complexes chlorurés, sulfurés ou organiques ...)
- Dépôt
- Lors du changement des conditions physico-chimiques.

Ex : gîtes hydrothermaux ophiolitiques, amas sulfurés massifs.

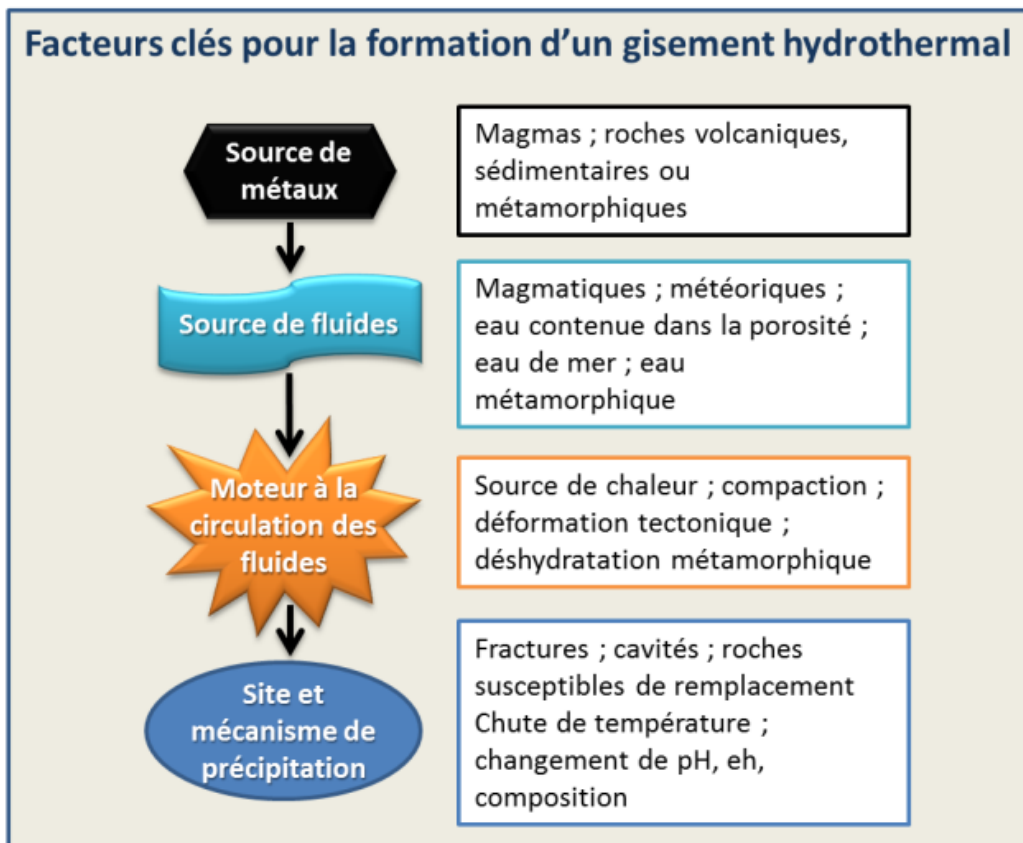


Figure 10 : facteurs clés pour la formation d'un gisement hydrothermal

Chapitre 04 : Etude microscopique

IV.1.Généralités :

Autour de la station thermale, ces murailles de travertins (de direction N 175) donnent l'impression de dessiner une forme de fer à cheval, long de 800 m sur 6 à 10 m d'épaisseur. Au Nord les deux terminaisons sont surélevées et peuvent atteindre : 15m, tandis qu'au Sud le relief diminue pour donner un plateau travertineux.

Les fentes de tension de la région d'étude dessinent cartographiquement des fractures ouvertes disposées N 170 le long desquelles ont précipités les dépôts travertin aux issues de la dissolution et la cristallisation des éléments géochimiques ramenés par les eaux chaudes à partir des profondeurs .La disposition de ces fentes et les fibres de cristallisation de croissance qui les remplissent

Selon les théories généralement admises, la formation du travertin résultait d'une réaction chimique classique dans laquelle le dioxyde de carbone dissous dans l'eau provoquait la précipitation d'ions calcium sous forme de carbonate de calcium

Sur le lit de la rivière, le fond du lac et d'autres endroits. Parce qu'il y a des vides transversaux dans ce processus

De forte accumulation, et parce que l'ingrédient principal est le carbonate de calcium, il est facile

Dissous et érodés par l'eau, de nombreux trous irréguliers apparaissent dans ces sédiments

IV.2.Description macroscopie :

IV.2.1 Les travertins :

Dépôts issus de sources chaudes, sont majoritairement localisés dans les régions caractérisées par une géodynamique intense , permettant les manifestations de sources chaudes à la surface de la Terre. C'est le cas par exemple des travertins du Hammam Bouhdjar. Cet échantillon a été prélevé dans une saillie d'environ 10 mètres de longueur et d'environ 3 mètres de hauteur (**figure 01**), Cet échantillon montre que cette roche est composée de calcite, d'oxyde de fer et de soufre (**figure 2**).



Figure11 : affleurement de travertin à la région de hammam Bouhdjar



Figure 12 : Roche de travertin

IV.2.2.La calcite :

La calcite est un minéral chimique ou biochimique (bio minéralisation) composé de carbonate naturel de calcium de formule CaCO_3 , avec des traces de Mn, Fe, Zn, Co, Ba, Sr, Pb, Mg, Cu, Al, Ni, V, Cr et Mo. L'abondance des cations autres que le calcium explique la richesse des variétés décrites pour ce minéral.

Polymorphe de l'aragonite et de la vatérite, iso structurale avec la nitratine et l'otavite, la calcite forme une série continue avec la rhodochrosite. Elle est souvent présente dans les roches carbonatées, et dans une moindre mesure dans les roches métamorphiques et les météorites

IV.2.3. Quartz :

Le quartz est un type de minéral du groupe des silicates C, un sous-groupe de tectosilicates, composé de dioxyde de silicium, ou de silice, de formule chimique SiO_2 , avec des traces de divers éléments tels que Al, Li, B, Fe, Mg, Ca, Ti, Rb, Na, OH. Il se présente sous la forme de gros cristaux incolores, colorés ou fumés, ou de cristaux microscopiques d'aspect translucide. Le quartz : représente 12% (en masse) de la lithosphère et est le minéral le plus courant (l'oxygène et le silicium sont respectivement les premier et deuxième composants de la lithosphère par ordre d'importance) ; C'est un composant important du granite, remplissant les vides restants, et des roches métamorphiques (gneiss, quartzite) et sédimentaires (sableux, grès)

IV.2.4. Un oxyde de fer :

Un oxyde de fer est un composé chimique résultant de la combinaison d'oxygène et de fer. Les oxydes de fer sont abondants dans la nature, soit dans des roches, notamment minerais de fer, soit dans les sols

IV.3. Description microscopique :

L'étude microscopique de cette roche révèle la présence de calcite, de soufre, de gypse et de cristaux de quartz (souvent secondaires).

IV.3.1. La calcite

La calcite C'est de loin le minéral le plus abondant dans cette roche (environ 60% de la pierre totale). L'examen microscopique montre des cristaux de forme arrondie de incolore aux tentes vives blanc premier ordre probablement de la calcite, l'espace inter granulaire sont remplis par des opacités xénomorphes probablement de oxyde de fer.

LN : la calcite est limpide et présente un clivage fins donnant parfois un quadrillage losangique, observe également la réfringence très faible des diverses sections (pleochroïsme de relief)

- Incolore ou faiblement colorée brunâtre clivage constants formant souvent un quadrillage isogonique

LP : le teint de biréfringence extrême (blanc grisâtre) d'ordre supérieur irisations multicolores surtout rose et verte

-macles polysynthétique (10)

- le calcite polarisé dans les tente vives de 1 er ordre et présent une extinction droit et présent de macle mécanique.

Presque toujours lamellaire et polysynthétique



Figure 13 : calcite en LN



Figure 14 : calcite en LN



Figure 15 : calcite en LP

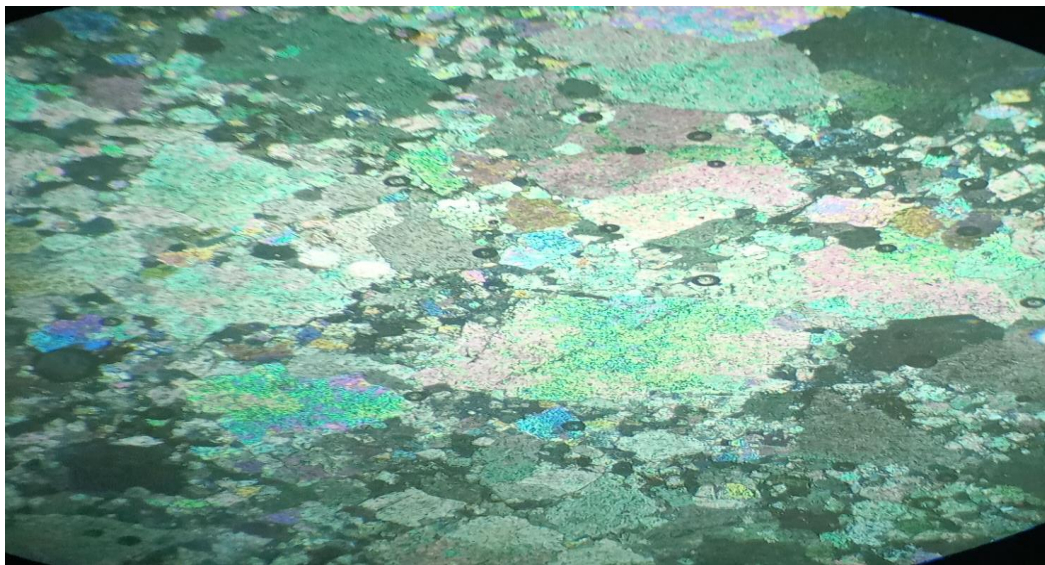


Figure 16: calcite en LP

IV.3.2.Quartz :

Des grains de quartz de forme sub arrondie (bien roulés les éléments) on subés une compression qui les fracturés. Le ciment de calcite peut être considéré comme .poïkilotopique à monocristaux encom en passant de nombreux grains détritique(Quartz)

LN : le quartz est limpide, de colore rose et verts. De forme automorphe il existe un relief faible. Il n'existe pas de clivage et pas de fracture.

LP : polarise dans tente vives de 3 ème ordre une extinction roulant.



Figure 17 : grain de quartz en LN

IV.3.3.Oxyde de fer :

Les oxyde de fer et sulfure ; En lumière transmise, ces minéraux sont représenté par des cristaux de très petite taille.

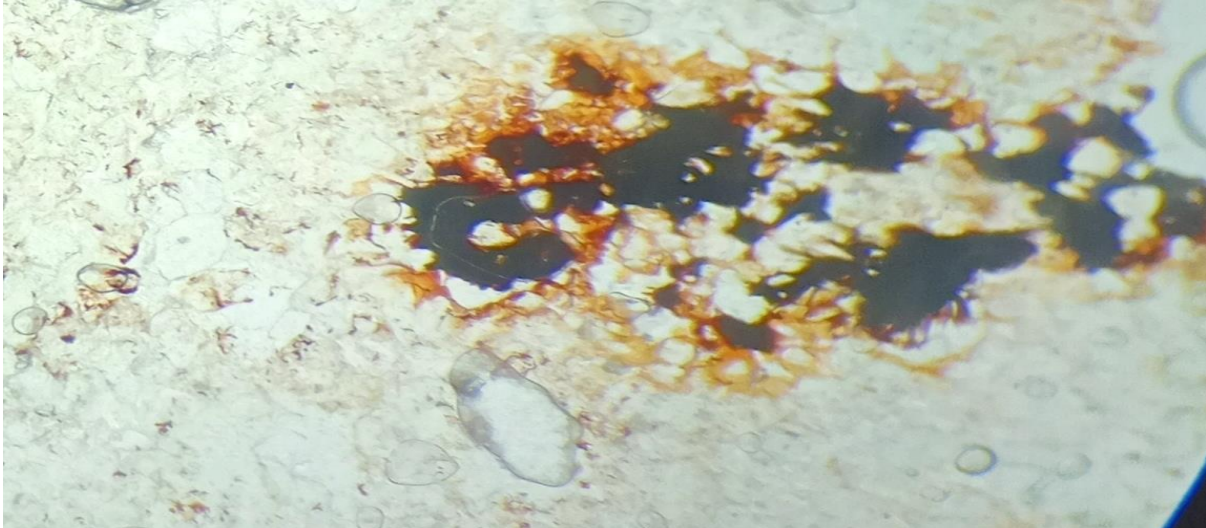


Figure 18 : oxyde de fer en LN

Le soufre :

Le soufre est surtout connu sous la forme de cristaux jaunes et se trouve dans beaucoup de minéraux (sulfure et sulfate) et même sous forme native, particulièrement dans les régions volcaniques. L'essentiel du soufre exploité est cependant d'origine sédimentaire

Les sulfures sont les principaux minéraux opaques recensés, avec des quantités

Moindres d'oxydes. Ces oxydes sont un type de spinelle e la magnétite et l'hématite. Le spinelle a cristallisé pendant la formation des silicates et avant les sulfures

Sulfures : cette réaction est déduite par la présence de pyrite (cristaux exomorphes à subautomorphes < 3 mm) contenant des micros inclusions de magnétite, elles-mêmes

Contenues dans la pyrrhotite (figure 18)

Le sulfure le plus abondant est la pyrrhotite, qui forme au maximum 15% de la

Roche sur les échantillons fournis. La chalcopryrite, avec ses inclusions de cubanite, la

Bravoite, la pentlandite, la pyrite, la mauchérite et la mackinawite (Fe (I+X) S)

sont tous les sulfures recensés ; la mauchérite et la mackinawite ne sont présents qu'en

finest traces.

Conclusion :

Le présent mémoire est consacré à la Minéralisation liée à l'activité hydrothermale région Hammam Bouhdjar dans wilaya Ain Témouchent. Le secteur étudié se situe Nord-ouest algérien, à 20 km d'Ain Témouchent la région Hammam Bouhdjar est située. Le secteur étudié est situé dans un cadre géologique régional extrêmement complexe qui se manifeste par l'existence d'un édifice de nappes d'âge et de style différent et aussi d'une succession de phases tectoniques qui n'ont pas joué de la même manière, mais avec la même intensité. Au cours du Miocène moyen, on assiste à une transgression marine d'un vaste bassin sédimentaire situé approximativement entre Ain Témouchent et les monts de Tlemcen (P. Guardia 1975). Une succession de nappes de charriages constitués essentiellement par des dépôts marneux se déplacent tangentiellement du Nord vers l'Est, ensuite elles se superposent sur le Miocène sur une surface d'érosion tronquant les formations du Jurassique de l'autochtone. Après cette démarche on assiste à une période relativement calme, elle n'est troublée que par les manifestations volcaniques basaltiques du Plio-Quaternaire caractérisant la région d'Ain Témouchent qui sont à l'origine de l'émergence des sources thermales de Hammam Bouhdjar.

* L'étude hydrothermale a également été expliquée dans ce travail, où il a été conclu que l'activité hydrothermale est l'expression d'un ensemble complexe d'interactions dans lesquelles des fluides circulent au sein du continent de la Terre.

La croûte océanique transfère l'énergie thermique et la masse chimique vers la surface. Redistribution de l'énergie thermique dans la croûte par le liquide.

La circulation conduit souvent à l'émergence de zones de production de chaleur concentrée qui se traduisent par le développement de ressources géothermiques ;

Les réactions chimiques des liquides et des roches entraînent le transfert de composants chimiques qui affectent les océans et la chimie de l'atmosphère et

Ils se positionnent comme des gisements miniers à potentiel économique. Ainsi, l'activité hydrothermale est une composante importante de la planète Terre.

Moteur thermique où la chaleur est transférée à la lithosphère par convection dans le manteau, ce qui entraîne des mouvements de plaques lithosphériques, volcaniques et activité sismique. Ensuite, le transfert de chaleur de la lithosphère à la surface de la Terre se produit par une combinaison de conduction thermique, volcanique, extrusion et ventilation hydrothermique.

Conclusion

*L'étude de terrain de la zone de Hammam Bouhdjar a présenté la présence d'affleurements de travertin et de 45 sources d'eau, où l'étude microscopique de la pierre de travertin a révélé la présence de minéral de calcite associé à des oxydes de fer, quelques des grains de quartz (souvent secondaires).

*Par l'approche adoptée dans ce travail et les résultats auxquels nous sommes parvenus, cela reste un travail insuffisant. Les géologues doivent être appelés à prendre soin de cette zone et à l'étudier en profondeur et à utiliser davantage d'outils d'interprétation de manière moderne.

Références bibliographiques

C

Curie J. (2013). Les travertins anthropique entre histoire archéologie et environnement étude géo archéologique du site antique et jable ouest, tunisie .*unv de Bourgogne.*

H

Hammouti M. (1986) Contribution à L'étude hydrogéologique de la région de Hammam Bouhdjar Mémoire d'ingénieur. *Univ d'Oran.*

Hadjila Z .Labiad S. (2019) Etude critique du dimensionnement d'un réseau d'assainissement à l'aide du logiciel SWMM (Storm water Management Model) : cas de la localité Nord -Est de Ain Témouchent .*Unv Tlemcen*

Hellal S. (2017). Etude de la nature de l'eau de source de Ain franin (Kristel wilaya d'Oran) et sonutibilasion.*Unv de Sidi Belàbbes.*

K

Kaddour N. (2017).caracterisation classification et statistique multi variable des eaux du Bassin Versant de l'oued Elmaleh (NW Algérien). *unv Tlemcen*

L

Lakhdar F ; Bouaicha K. (2016). Diagnostic de la qualité -des eaux de source et thermal, Effet thérapeutique .*Unv de Saida.*

M

Michel Cathelineau, Marie-Christine Boiron, Johann Tuduri. (2011, 13) Fluides et genèse des concentrations minérales, Géosciences, BRGM.

Mekebret I (2017). Synthèse hydrogéologique et origine de la salinité des eaux Thermo - minérales du littoral oranais par les méthodes géochimiques et isotopique - *Univ d'Oran*.

M'Berrichi M. (2018), Mobilisation ressources en l'eau ; cas de la ville d'Ain Témouchent, *Institut de Technologie*

Morsli F .Messadi Z. (2001). Etude pétrographie et minéralisation du Granite de Beni - snouss et de son Aurèle de métamorphisme ; partie orientale de Ghar - Roubane Oranie Nord occidentale. *Unv D'Oran*.

MEROUANE S. MERIAH.Kh. (2018) .LES ENJEUX DE LA GESTION DES RESSOURCES EN MILIEU SEMI-ARIDE : CAS DE LA REGION D'AIN TEMOUCHEN .Unv Tlemcen.

S

Sabah I (2017), stady of potassium release from Feldspat Mineralisme. *some of Gypsiferous soils*.

Semgouni A (2013). Contribution à l'étude Hydrogéologique de Hammam Sidi Ayd (Ain Témouchent, Algérie). *Unv Tlemcen*.

T

Teghidet H (2013). Bejaia -Algérie, Etude de la cristallisation contrôlée de la calcite parovie électrochimique, effet des ions étrangers au système calco -carbonique sur la nucléation - croissance de la calcite, *Unv France .paris*

W

W WW .science .smith .edu