

Université Ferhat Abbas Sétif 1  
Institut d'Architecture et des  
Sciences de la Terre  
Département des Sciences de la Terre

جامعة فرحات عباس - سطيف 1  
معهد الهندسة المعمارية وعلوم الأرض  
قسم علوم الأرض



## Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Géologie des Ressources Minérales, Géomatériaux et  
Environnement

### THEME:

CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE ET INTERPRETATION  
GEOSTATISTIQUE DES DONNES DE PROSPECTION  
GEOCHIMIQUE-SOL DU SECTEUR DE CHAABET EL HAMRA -  
REGION D'AIN AZEL - SETIF

Présenté par

AMAMOUCHE LYES ET LOUCIF FATIMA ZOHRA

### DEVANT LE JURY

Président: M<sup>me</sup> BOUBAZINE Leila MAA Université de Sétif 1

Encadreur: M<sup>me</sup> SOUADNIA Sabrina MCB Université de Sétif 1

Examineur: M<sup>elle</sup> CHOUAF Ibtissem MCB Université de Sétif 1

Promotion : 2019/2020

## Résumé

Les Monts du Hodna présentent un grand potentiel en Zn-Pb. Le gisement de Chaabet El Hamra, situé au sud de Sétif, en fait partie. Ce gisement a été exploré par l'Office National de la Recherche Géologique et Minière (ORGM) et est en cours d'exploitation par l'Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux (ENOF).

La minéralisation plombo-zincifère de Chaabat El Hamra est encaissée essentiellement dans les formations carbonatées de l'Hauterivien (Grès, Dolomie, calcaires dolomitiques). Cette minéralisation est observée dans tous les 5 termes dolomitiques de L'Hauterivien se concentrant en corps et lentilles minéralisé de composition tantôt monominérale, tantôt mixte. Les minéraux principaux sont la sphalérite, la pyrite et la marcassite, les minéraux secondaires sont la galène et l'hématite. Les minéraux de gangue sont la calcite, la barytine, la dolomie et plus rarement le quartz et le gypse. Les minéraux d'oxydation : sont la smithsonite, la cérusite, la limonite.

Ce travail de recherche qui a été effectué sur les éléments chimiques suivants Pb-Zn-Ag a pour but de traiter, interpréter et cartographier statistiquement et géostatistiquement les anomalies géochimiques.

L'étude statistique mono, bi, et multi variable (ACP) des données géochimiques à été effectués pour déterminer les corrélations et les associations géochimiques de ces éléments dont une seule association ont été déterminée.

La cartographie des anomalies par krigeage ordinaire à l'aide des résultats des varigrammes directionnelles a permis de déterminer la localisation des différentes anomalies géochimiques du secteur d'étude.

**Mots clés :** Chaabet El-Hamra, Zn/Pb, Variogramme, krigeage, Cartographie, Anomalie.

## Abstract

The Mounts of Hodna have a great Zn-Pb potential. Chaabet El Hamra ore deposit which is located in the South of Setif, belongs to it. This deposit was explored by the National Office for Geological and Mining Research (ORGM) and is being operated by the National Enterprise for Non-Ferrous Mining Products (ENOF).

The lead-zinc mineralization of Chaabat El Hamra is hosted mainly in the carbonate formations of the Hauterivien (Sandstone, Dolomite, dolomitic limestones). This mineralization is observed in all 5 dolomitic terms of L'Hauterivien, concentrating in mineralized bodies and lenses of sometimes monomineral, sometimes mixed composition. The main minerals are sphalerite, pyrite and marcasite; the secondary minerals are galena and hematite. The gangue minerals are calcite, barite, dolomite and more rarely quartz and gypsum. Oxidation minerals: are smithsonite, cerusite, and limonite.

This research work which was carried out on the following chemical elements, Lead-Zinc-Silver for the pure purpose of treating, interpreting and statistically and geostatistically mapping geochemical anomalies.

Mono, bi, and multivariable (PCA) statistical study of geochemical data was carried out to determine the correlations and geochemical associations of these elements, of which only one association was determined.

The mapping of the anomalies by ordinary kriging using the results of the directional variograms made it possible to determine the location of the various geochemical anomalies in the study area.

**Keywords:** Chaabet –El-Hamra, Zinc-Lead, Variogram, kriging, Cartography, Anomaly.

## ملخص

تمتلك جبال الحضنة إمكانات كبيرة من الزنك والرصاص في منجم الشعبة الحمراء ، الواقعة جنوب سطيف . تم استكشاف هذا المنجم من قبل المكتبة الوطنية للبحوث الجيولوجية والتعدين (ORGM) وهي قيد التشغيل من قبل الشركة الوطنية لمنتجات التعدين الغير الحديدية (ENOF).

معدن الرصاص والزنك في منجم الشعبة الحمراء المحتوى في التشكيلات الكربوناطية للاتريفان. لوحظ هذا التمعدن في جميع المصطلحات الخمسة الدولوميتية للاتريفان المركزة في الأجسام المعدنية والعدسات ذات التكوين الأحادي المعدني أحياناً ، وأحياناً المختلطة.

تتمثل المعادن الرئيسية في السفاليريت والبيريت والماركاسيت ، والمعادن الثانوية هي كبريت الرصاص واكسيد الحديد (هماتيت). معادن الشوائب هي الكالسيت والبيريت والدولوميت ونادراً ما يكون الكوارتز والجبس. معادن الأكسدة: سميثسونيت ، سيروزيت ، ليمونيت.

تم إجراء هذا العمل البحثي على العناصر الكيميائية التالية الرصاص والزنك والفضة لغرض تحديد التراكيز الجيوكيميائية وتفسيرها إحصائياً وجيو إحصائياً.

أجريت دراسة إحصائية أحادية وثنائية ومتعددة المتغيرات للبيانات الجيوكيميائية لتحديد الارتباطات والارتباطات الجيوكيميائية لهذه العناصر ، والتي تم تحديد منها مجموعة واحد فقط.

جعل رسم خرائط الحالات التركيز بطريقة الكريجاج العادية باستخدام نتائج الفاريوجرامات الاتجاهية من المنجم تم تحديد موقع التراكيز الجيوكيميائية المختلفة في منطقة الدراسة.

**الكلمات المفتاحية:** شعبة الحمراء ، الرصاص والزنك ، فاريوجرام ، كريجاج ، رسم الخرائط ، تركيز

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>1 GENERALITEES.....</b>	<b>2</b>
1.1 Le Zinc.....	2
1.2 La production minière mondiale de Zinc .....	2
1.2.1 Le prix de Zinc .....	4
1.2.2 Les Réserves mondiales .....	5
1.3 Utilisation de Zinc .....	5
1.4 Le plomb.....	6
1.5 La production minière mondiale du Plomb .....	6
1.5.1 Le prix de Plomb .....	7
1.5.2 Les Réserves du Plomb .....	8
1.6 Utilisation du Plomb.....	9
1.7 La répartition mondiale des minéralisations à Plomb –Zinc .....	9
1.8 Principaux gisements de Pb/Zn en Algérie.....	11
<b>2 Géologie régionale et locale du gisement de Chaabet –El -Hamra.....</b>	<b>12</b>
2.1 Situation géographique .....	12
2.2 La Géologie régionale .....	13
2.2.1 Aperçus sur la chaine Maghrébines .....	13
2.2.2 La litho stratigraphie des Monts du Hodna .....	17
2.2.3 Tectonique.....	21
2.2.4 La minéralisation.....	22
2.3 La géologie locale du gisement de Chaabet- El -Hamra .....	25
2.3.1 La Stratigraphie du gisement.....	26
2.3.2 La Tectonique du gisement .....	28
2.3.3 Minéralisation.....	29
2.3.4 Aperçu Hydrogéologique .....	31
<b>3 Les Méthodes de traitement statistique et géostatistique.....</b>	<b>33</b>
3.1 Rappel sur l'étude statistique.....	33
3.1.1 Statistique mono variable .....	33
3.1.2 Représentation graphique des distributions.....	33
3.1.3 Statistique bi variée et dépendance .....	33
3.1.4 Statistique Multivariable - Analyse en Composantes Principales (ACP) .....	34

---

3.2	Traitement mono variable dans le gisement du Chaabet-El-Hamra.....	34
3.3	Cartographie des classes de concentrations.....	39
3.4	Traitement Bi variable .....	40
3.5	Traitement Multivariable .....	40
3.5.1	Traitement Factorielle (AF) .....	41
3.5.2	Cercle de corrélation F1/F2.....	41
3.5.3	Cartographie du facteur score F2 .....	42
3.6	Etude géostatistique et cartographie des anomalies .....	42
3.6.1	Notions de géostatistique .....	42
3.6.1.1	Analyse Variographique .....	43
3.6.1.2	Modélisation du variogramme.....	44
3.6.1.3	krigeage Ordinaire .....	44
3.6.1.4	Les logiciels utilisés.....	45
3.6.2	Base de données numériques.....	45
3.6.3	Etude variographique des données .....	46
3.6.3.1	Variogramme directionnel de Zn.....	46
3.6.3.2	Variogramme directionnel de Pb.....	47
3.6.3.3	Variogramme directionnel d'Ag.....	47
3.6.4	Krigeage ordinaire, cartographie et localisation des anomalies .....	48
3.6.4.1	Krigeage et cartographie de Zn, Pb et Ag .....	48
	<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>51</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>53</b>