



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN-



MEMOIRE

Présenté

À

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCE DE LA TERRE ET DE

L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

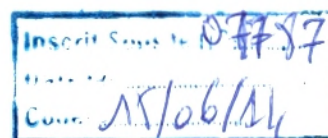
LE DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

Spécialité

GEORESSOURCES

Par

Naima CHAIM & Zahra LAHLAH



---

---

**TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES GEOCHIMIQUES**

**DU SECTEUR DE SIDI BETTIOUR (Ténès, Algérie)**

---

---

Soutenu le : 13 Mars 2014 devant les membres de jury :

Ali KACEMI	Maitre de conférences(B)	Université de Tlemcen	Président
A E K BELMOUHOUB	Maitre assistant (B)	Université de Tlemcen	Encadreur
Mustafa BENCHOUK	Maitre assistant (A)	Université de Tlemcen	Examineur
Hakim HEBIB	Maitre assistant (A)	Université de Tlemcen	Examineur

Année universitaire 2013-2014



# REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir attribué ses bienfaits, de nous avoir donné la chance de finir nos études, d'avoir veillé sur nous, dès le début de notre formation jusqu'à maintenant ! C'est grâce à lui que nous y sommes arrivés. Puis le grand mérite revient à nos très chers professeurs qui ont supervisé notre formations ceux que nous avons connu dans la vie et ceux qui se présentent devant nous.*

*C'est un honneur et un plaisir pour nous d'adresser le grand remerciement :  
A notre rapporteur **M<sup>er</sup>. Abdelkader BELMOUHOU** qui a proposé le thème de ce Mémoire, pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail.  
Au membre de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement :*

***M<sup>er</sup>.ALI KACEMI** pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de cette mémoire.*

***M<sup>er</sup>.HABIB HAKIM** et **M<sup>er</sup>.MUSTAPHA BENCHOUK** pour avoir examiner Notre mémoire.*

*Enfin, on adresse nos remerciements infinis aux monsieurs membres jury pour leurs importants rôles dans l'aboutissement de ce cursus.*

تقع منطقة سيدي بيطور على بعد 45 كم شمال ولاية الشلف . جيولوجيا هذه المنطقة تسودها سلسلة الصخور الرسوبية , المنصهرة و مفاش الدفع تعود إلى عصر الميوسين . تتأثر بالالتواءات و الفوالق ذات الاتجاهات شمال شرق-جنوب غرب و شمال غرب-جنوب شرق و تتميز بوجود معادن النحاس و الفضة على وجه الخصوص .

اعتمدت المعالجة الإحصائية في إطار هذا العمل على البيانات التحليلية التي تم الحصول عليها من تحليل 3004 عينة جمعت من التربة في المنطقة المعنية .

النتيجة المتحصل عليها سمحت لنا ضمن نطاق الدراسة من تحديد العديد من الحالات الشاذة في النحاس , الرصاص , الفضة و الزنك بالاشتراك مع الاتجاهات المكانية التكتونية التي قد تشير إلى وجود معادن الخام ذات رهان اقتصادي و الروابط الجيوكيميائية توضح الخصائص الصخرية و أصل المعادن في هذه المنطقة .

كذلك , عن طريق الدراسة الجيوإحصائية للعناصر الكيميائية المختلفة كشفت لنا عن وجود تمعدن خام متقطع تعكس وجود وريد معدني متقطع ليتم التحقق منها من قبل أنواع أخرى من العمل أكثر دقة (المسوحات الجيوفيزيائية و التنقيب) .

#### الكلمات المفتاحية

سيدي بيطور , تنس , المعالجة الإحصائية , جيو احصاء , الحالات الشاذة الجيوكيميائية .



## **Résumé**

---

La région de Sidi Bettour se situe à 45Km au Nord du chef -lieu de la wilaya de Chlef. La géologie de cette région est prédominée par la présence de séries sédimentaires, magmatiques et des nappes de charriages d'âge Miocène. Ceux-ci, affectés par des plissements et recoupés par des failles orientées NE-SW et NW-SE encaissent une minéralisation à Cu, Ag essentiellement.

Le traitement statistique effectué dans le cadre de ce travail a porté sur les données analytiques obtenues de l'analyse de 3004 échantillons au sol prélevé dans la région considérée.

Le résultat obtenu a permis de localiser, dans les limites du périmètre d'étude, en plus de plusieurs anomalies à Cu, Ag, Pb et Zn en liaison spatiale avec des directions tectoniques susceptibles de trahir la présence d'une minéralisation éventuellement à enjeu économique, des associations géochimiques précisant la caractéristique de la lithologie et de la métallogénèse du secteur en question.

Outre cela, un essai de géostatistique (Variogrammes) des différents éléments chimiques a mis en évidence une discontinuité spatiale de cette minéralisation traduisant probablement la présence d'un type filonien discontinu qui sera vérifié par d'autres types de travaux plus ponctuels (géophysique et sondages).

### **Mots clés**

Sidi Bettour, Ténès, Traitement statistique, Géostatistique, Anomalies géochimiques.

## ***Abstract***

---

The region of Sidi Bettiour is located 45km north of the capital of the province of Chlef. The geology of this area is predominated by the presence of sedimentary , magmatic series and tablecloths Miocene thrusts . Thereof, affected by folding and cut by faults oriented NE- SW and NW -SE cashing mineralization Cu, Ag essentially.

The statistical treatment in the framework of this work has focused on the analytical data obtained from the analysis of 3004 samples collected soil in the area concerned.

The result enabled to locate, within the scope of the study, in addition to several anomalies in Cu , Ag , Pb and Zn in spatial association with tectonic directions may indicate the presence of potentially economic mineralization issue , geochemical associations specifying the characteristic lithology and metallogeny of the sector in question.

Besides this, a test of geostatistics ( variograms ) of different chemical elements revealed a spatial discontinuity of this mineralization probably reflecting the presence of a discontinuous vein-type to be verified by other types of more punctual work ( and geophysical surveys ) .

### **Keywords**

Sidi Bettiour, Tenes, Treatment statistics, Geostatistical, Geochemical anomaly.



**Liste des  
figures et  
tableaux**

## ***Liste des figures***

<b>Fig. N°1 : Maille d'échantillonnage</b>	<b>2</b>
<b>Fig. N°2 : Situation géographique de la région de Ténès</b>	<b>5</b>
<b>Fig. N°3: Carte structurale schématique de la chaîne Maghrébides</b>	<b>6</b>
<b>Fig. N°4:localisation géographique de secteur d'étude</b>	<b>8</b>
<b>Fig.N°5 : Carte des réseaux hydrographiques et routiers</b>	<b>9</b>
<b>Fig. N°6 : Logs lithostratigraphique de Sidi Bettiour</b>	<b>12</b>
<b>Fig. N°7 : Esquisse néotectonique de l'Atlas Tellien en Algérie</b>	<b>13</b>
<b>Fig. N°8: Histogramme de fréquence Ni</b>	<b>17</b>
<b>Fig. N°9: Histogramme de fréquence Ti</b>	<b>17</b>
<b>Fig. N°10: Histogramme de fréquence V</b>	<b>18</b>
<b>Fig. N°11: Histogramme de fréquence Cr</b>	<b>18</b>
<b>Fig. N°12: Histogramme de fréquence Mo</b>	<b>18</b>
<b>Fig. N°13: Histogramme de fréquence Co</b>	<b>19</b>
<b>Fig. N°14: Histogramme de fréquence Cu</b>	<b>19</b>
<b>Fig. N°15 : Histogramme de fréquence Pb</b>	<b>19</b>
<b>Fig. N°16: Histogramme de fréquence Ag</b>	<b>19</b>
<b>Fig. N°117 : Histogramme de fréquence Zn</b>	<b>20</b>
<b>Fig. N°18 : Diagramme du coefficient de variation</b>	<b>21</b>
<b>Fig. N°19 : Boite à moustaches</b>	<b>22</b>
<b>Fig. N° 20: Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Cu</b>	<b>23</b>
<b>Fig. N°21. : Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Pb</b>	<b>24</b>
<b>Fig. N°22 : Carte des courbes isoteneurs et résiduelle d'Ag</b>	<b>25</b>
<b>Fig. N°23: Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Zn</b>	<b>26</b>

<b>Fig. N°24 : Diagrammes ternaires des éléments de base</b>	<b>27</b>
<b>Fig. N°25 : Diagramme de corrélation entre Ti et V</b>	<b>30</b>
<b>Fig. N°26 : diagramme de corrélation entre Mo et Cr</b>	<b>30</b>
<b>Fig. N°27 : Diagrammes de corrélation entre les éléments de base (Cu, Pb, Ag, Zn)</b>	<b>31</b>
<b>Fig. N°28 : Diagramme des facteurs de charge (vari max)</b>	<b>34</b>
<b>Fig. N°29 : Diagramme des valeurs propres de la matrice des corrélations</b>	<b>36</b>
<b>Fig. N° 30: Cercle de corrélation entres les variables et les composantes Principales et F1, F2</b>	<b>37</b>
<b>Fig. N°31 : Variogramme de Cu</b>	<b>39</b>
<b>Fig. N°32 : Variogramme de Pb</b>	<b>40</b>
<b>Fig. N°33 : Variogramme d'Ag</b>	<b>41</b>
<b>Fig. N°34 : Variogramme de Zn</b>	<b>42</b>



## ***Liste des tableaux***

<b>Tab. N°1 : Paramètres statistiques des éléments chimiques</b>	<b>16</b>
<b>Tab. N°2 : Matrice de corrélation</b>	<b>29</b>
<b>Tab. N°3 : Classification des coefficients de corrélation</b>	<b>29</b>
<b>Tab. N°4 : Facteurs de charge (vari max)</b>	<b>33</b>
<b>Tab. N°5 : Valeurs propres de la matrice de corrélation</b>	<b>35</b>

## **SOMMAIRE**

Remerciements	III
Dédicaces	IV
ملخص	VI
Résumé	VII
Abstract	VIII
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	XI
Introduction Générale	1
Liste des unités de mesure des éléments chimiques	4
Chapitre I - Généralités	5
I.1. Cadre géographique et géologique régionale	5
Historique des travaux de recherche minière de Ténès	7
I.2- Cadre géographique et géologique local	8
I.2.1-Cadre géographique	8
I.2.2- Cadre géologique	10
Introduction	10
A-Stratigraphique	10
a-Miocène	10
b-Eocène	10
c-Cénomanién	10
B-Tectonique	13
C-Magmatisme	14
▶ Les formations effusives	14
▶ les formations intrusives	14
D-Minéralisation	15
I.3- But	15
I.4- Méthodologie	15
Chapitre II -Traitement Statistique	16
II-1. Traitement monoélémentaire	16
II-1.1. Les histogrammes	17
II-1.2. Les cartes des courbes isoteneurs et résiduelles	22
II-1.3. Les diagrammes ternaires	26

<b>Conclusion</b>	<b>28</b>
<b>II-2. Traitement bivarié</b>	<b>29</b>
<b>Conclusion</b>	<b>32</b>
<b>II-3-Traitement multivarié</b>	<b>33</b>
<b>III-3-1.Analyse factorielle (AF)</b>	<b>33</b>
<b>III-3-2. Analyse en composantes principales (ACP)</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion</b>	<b>37</b>
<b>Chapitre III-Géostatistique</b>	<b>38</b>
<b>III.1-Introduction</b>	<b>38</b>
<b>III.2-Variogramme</b>	<b>38</b>
▪ <b>Application</b>	<b>39</b>
<b>Remarque</b>	<b>42</b>
<b>Conclusion</b>	<b>43</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>44</b>

A decorative graphic of a scroll with a yellow border and blue scroll ends. The text is centered within the scroll.

**Introcuction**

**Générale**

## **Introduction Générale**

Le secteur de « Sidi Bettiour » se localise dans la localité de « Sidi Akkacha » relevant de la Daïra de Ténès wilaya de Chlef. Il appartient à la zone externe de la chaîne alpine « les Maghrébides » caractérisée par la présence de nappes de charriage. Celles-ci sont constituées par les sédiments de deux complexes allochtones, inférieurs et supérieurs, d'âge Eocène recouverts en transgression par des dépôts miocènes.

Des vestiges d'anciennes exploitations minières et des données pour le moment confuses et disparates sur le secteur en question mentionnant la présence d'une minéralisation essentiellement cuprifère ont motivé l'idée de sa mise en valeur à travers la projection des travaux de prospection.

Pour cela, l'Office National de la Recherche Géologique et Minière (ORGM) a entrepris dans le courant du siècle passé des levés géochimiques d'abord stratégique et enfin tactique en y prélevant des échantillons au sol au nombre de 3004 suivant une maille régulière de 250\*100m.

Ainsi, le présent travail porte sur le traitement statistique des données analytiques des échantillons provenant de ce secteur.

L'objectif consiste en la mise en évidence des anomalies géochimiques pouvant trahir la présence de concentrations minérales à enjeu éventuellement économique.

La méthode est basée sur l'étude du comportement des éléments chimiques jugés les plus abondants. Deux logiciels, en l'occurrence « Rock Works 15 » et « Statistica 8 » ont été utilisés dans ce cadre.

En guise de résultat préliminaire, le traitement des données géochimiques a permis d'établir des associations d'éléments chimiques (Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, Cu, Pb, Ag, Zn), des cartes de courbes isotoneurs et de sélectionner des anomalies pour les divers métaux de base sus- cités.

Il reste cependant à relever que ce travail utilisé à titre méthodologique ne peut, à lui seul, aboutir au résultat escompté et le concours à d'autres techniques complémentaires et de vérification des anomalies notamment géophysiques et de sondages demeure nécessaire et tous les gisements découverts ne sont pas tous à l'actif de la géochimie.



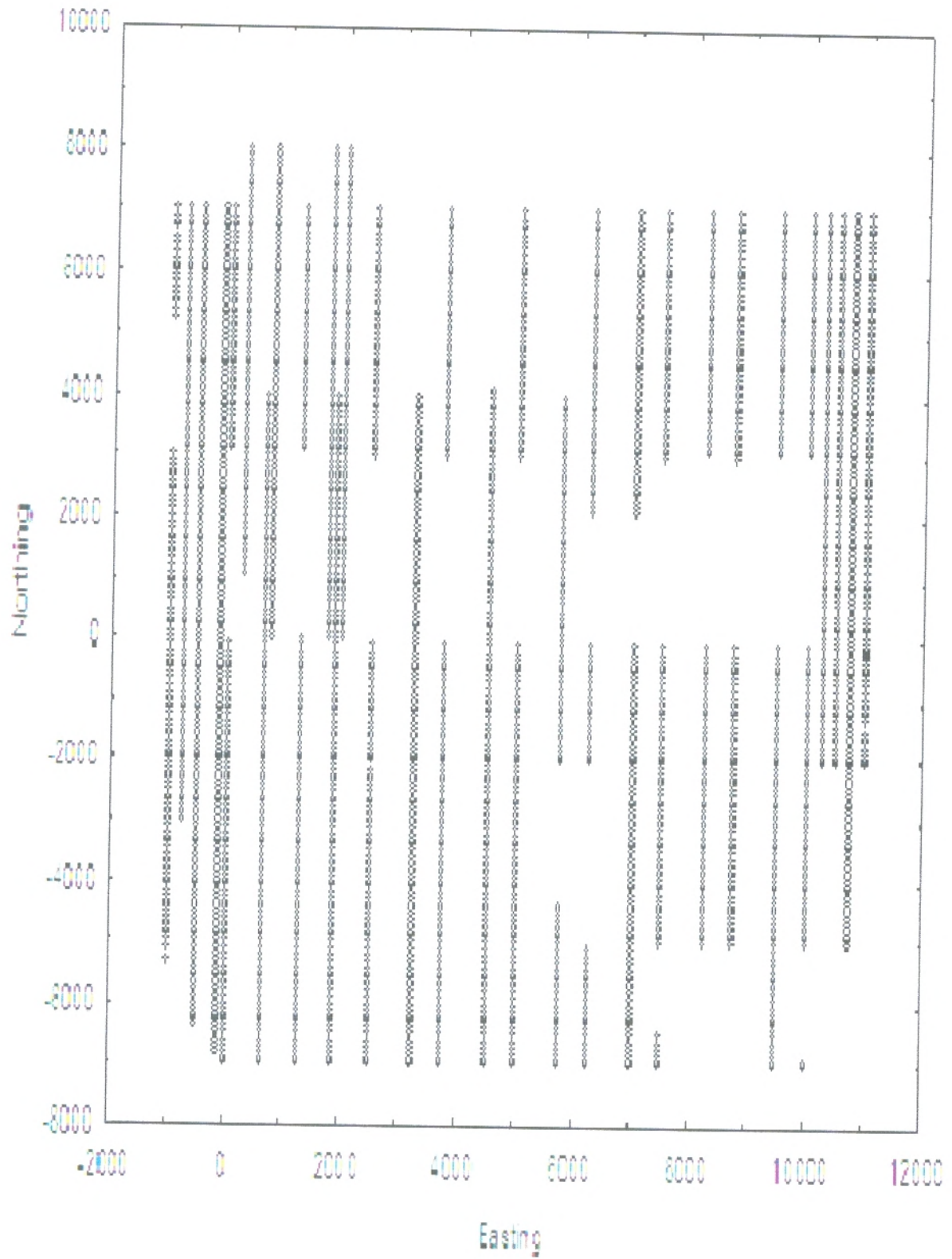


Fig. N°1: Maille d'échantillonnage

Un levé géochimique au sol a été effectué suivant une maille régulière de 250\*100m (fig.1.). Celle-ci, par endroits, serrée par des profils d'échantillonnages intermédiaires montre des profils discontinus et certains sont inexistantes due soit à l'existence d'agglomérations ou à des terrains d'accès difficiles.

**OBJECTIF :**

Le secteur de Sidi Bettiour constituant l'objectif de cette étude se caractérise par la présence de nombreux métallotectes à savoir:

- indices et points de minéralisation cupro-polymétallique dans la partie Ouest du secteur ;
- certains indices ont fait l'objet d'une petite exploitation durant la période coloniale, avec 6000T de concentré de Chalcopyrite ;
- présence de zones d'altérations hydrothermales (argilisation, limonitisation) à l'intérieur des anomalies géochimiques ;
- présence de failles orientées N-S, NE-SW et NW-SE qui guident et encaissent la minéralisation cuprifère.

## ***Liste des unités de mesure des éléments chimiques***

Ni : Nickel en ppm

Co: Cobalt en ppm

Ti: Titane en ppm

V: vanadium en ppm

Cr: Chrome en ppm

Mo: Molybdène en ppm

Cu: Cuivre en %

Pb: Plomb en ppm

Ag: Argent en ppm

Zn: zinc en ppm

Ppm: particules par million

% : Pourcentage

# **Chapitre I**

## **Généralités**

## Chapitre I - Généralités

### I.1-Cadre géographique et géologique régional

Ténès (fig.2.), ville côtière, se situe à 52 km au Nord du chef-lieu de la wilaya, Chlef. Elle est la Capitale du littoral central et possède les attraits les plus importants par sa situation géographique, à savoir la méditerranée au Nord, les monts de Dahra à l'Ouest, les monts des Béni Menacer à l'Est et la plaine de Chélif au Sud.

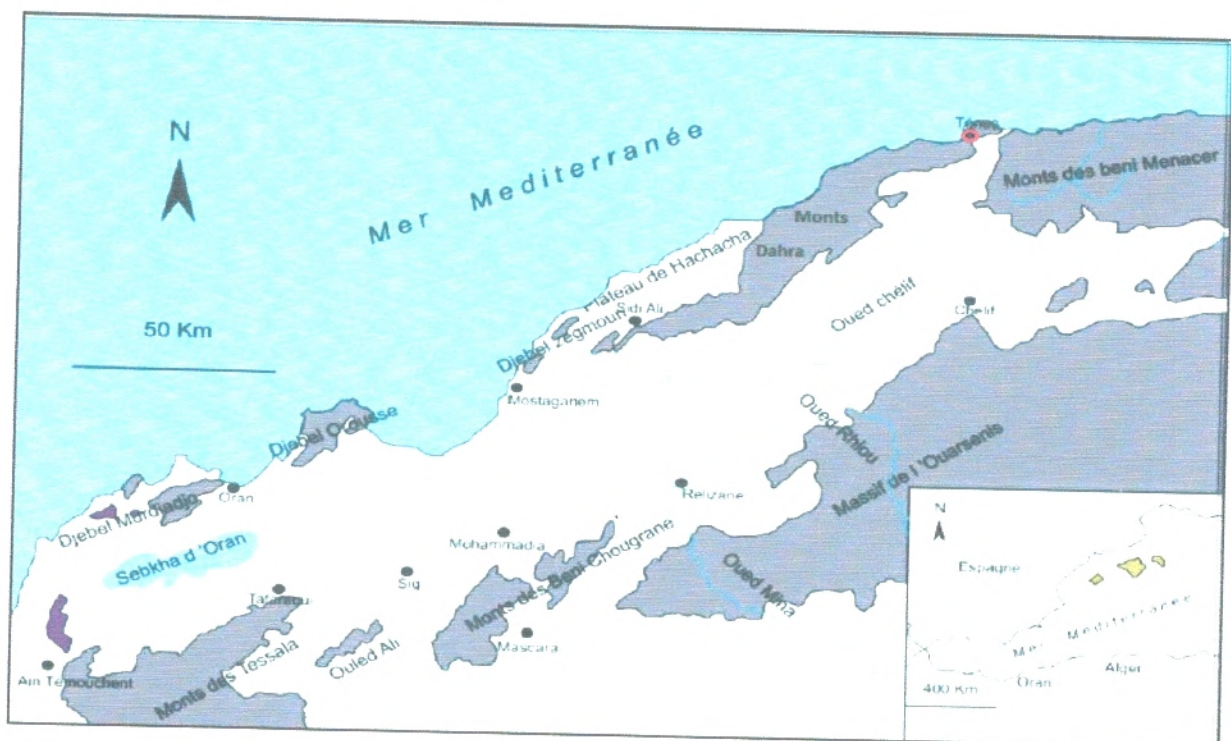


Fig. N°2 : Situation géographique de la région de Ténès



Sur le plan géologique, la région en question appartient au domaine allochtone. Celui-ci est constitué de séries telliennes des zones externes des Maghrébides (fig.3.) affectées par des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de nappes de charriages.

Le plateau de Ténès auquel appartient le secteur d'étude, se situe à la jonction de deux systèmes orogéniques littoraux, occidental formé de marnes noirâtres du Sénonien et oriental constitué d'argiles albo-aptiennes et de grès du Cartennien.

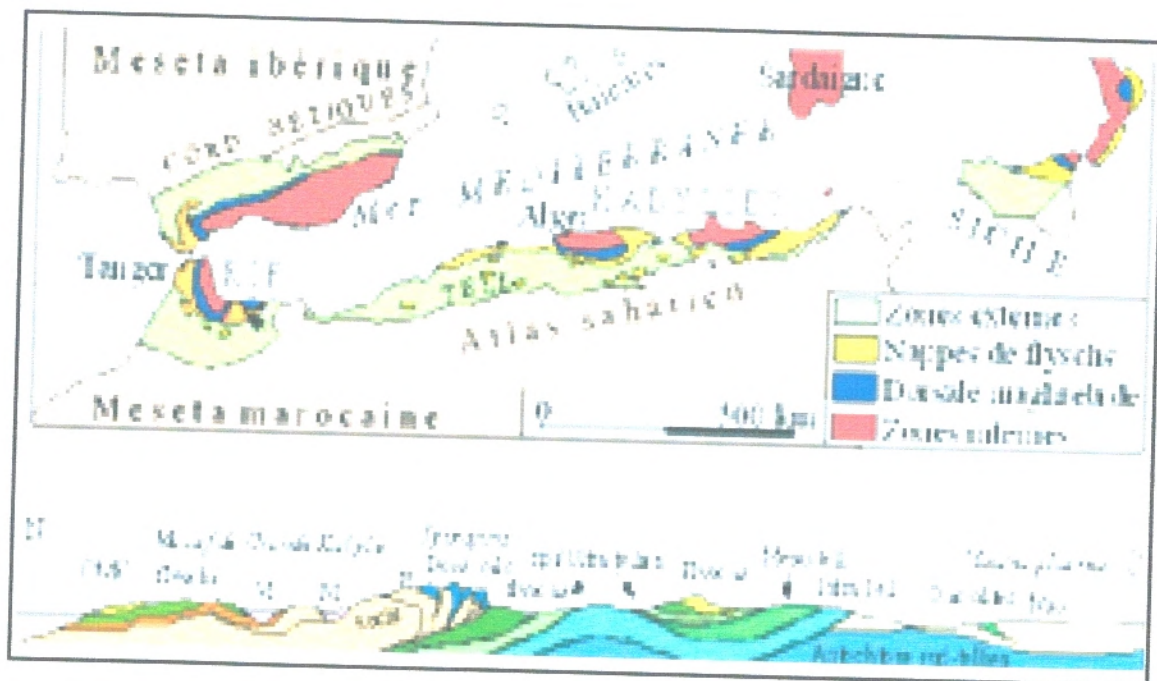


Fig. N°3 : Carte structurale schématique de la chaîne Maghrébides montrant la disposition des zones internes et externes, et coupe simplifiée sur la transversale de la grande Kabylie, d'après Durand-Delga et Fontboté (1980).

## Historique des travaux de recherche minière

- 1950 -1955, le *BRMA* a, pour sa part, mené des travaux de recherche, mais il n'y a pas eu de résultats encourageants.
- 1986-1991; l'*E.R.E.M* a entrepris des travaux de prospection (géologie et géophysique) dans le secteur de Menaceur (Tipaza) et de recherche systématique à 1/50 000 dans les secteurs de Gouraya, Cherchell, Ténès, Oued Damous et Menaceur.
- 1989 -1991 : Des travaux combinés géologo- géophysiques ont été menés sur les feuilles n° 38 (Gouraya), 39 (Cherchell), 59 (Ténès), 60 (Oued Damous) et 61 (Marceau). Ceux-ci ont abouti à la cartographie schématique au 1/10.000 des sites de Lerbaa et Lemri (secteur Sidi Semiane), Sidi Bettiour (Ténès) et la détermination des paramètres de surface des corps minéralisés observés et des zones d'altérations hydrothermales. Durant la même période, le groupe systématique de la direction régionale centre (DRO) dirigé par *I.ROUDIANOV* a réalisé des recherches au 1/50 000 sur les territoires des feuilles n° 38 (Gouraya), 39 (Cherchell), 59 (Ténès), 60 (Oued Damous), et 61 (Marceau).
- 1992, des méthodes expérimentales de la *PEC-PP* et de *PP-GM* ont été réalisées suivant une maille de (200 x20m) dans les trois zones Achir, Azib et l'Arbaa.
- 1998 : afin d'apprécier les perspectives minières de la région, l'*O.R.G.M* a réalisé dans les secteurs de la région de Ténès -Cherchell sélectionnés antérieurement, un vaste programme de prospection par forages.
- 1998-2002 : l'*ORGM* a entrepris des travaux géologo- géophysiques et de vérification par forage sur les sites de Sidi Semiane (Lemri, Lerbaa, Azib), quatre mamelons, Gouraya, Sidi Bettiour, Boukhendak, et Lari Moula – Kef el Mellah avec pour objectif la caractérisation et la circonscription de ces sites, ainsi que l'appréciation de leurs paramètres quantitatifs et qualitatifs.

## I.2- Cadre géographique et géologique local

### I.2.1-Cadre géographique

Le secteur de *Sidi Bettiour* (fig. 4.), rattaché administrativement à la localité de *Sidi Akkacha*, se situe à 15 km au Sud de la ville de *Ténès* dans la wilaya de *Chlef*.

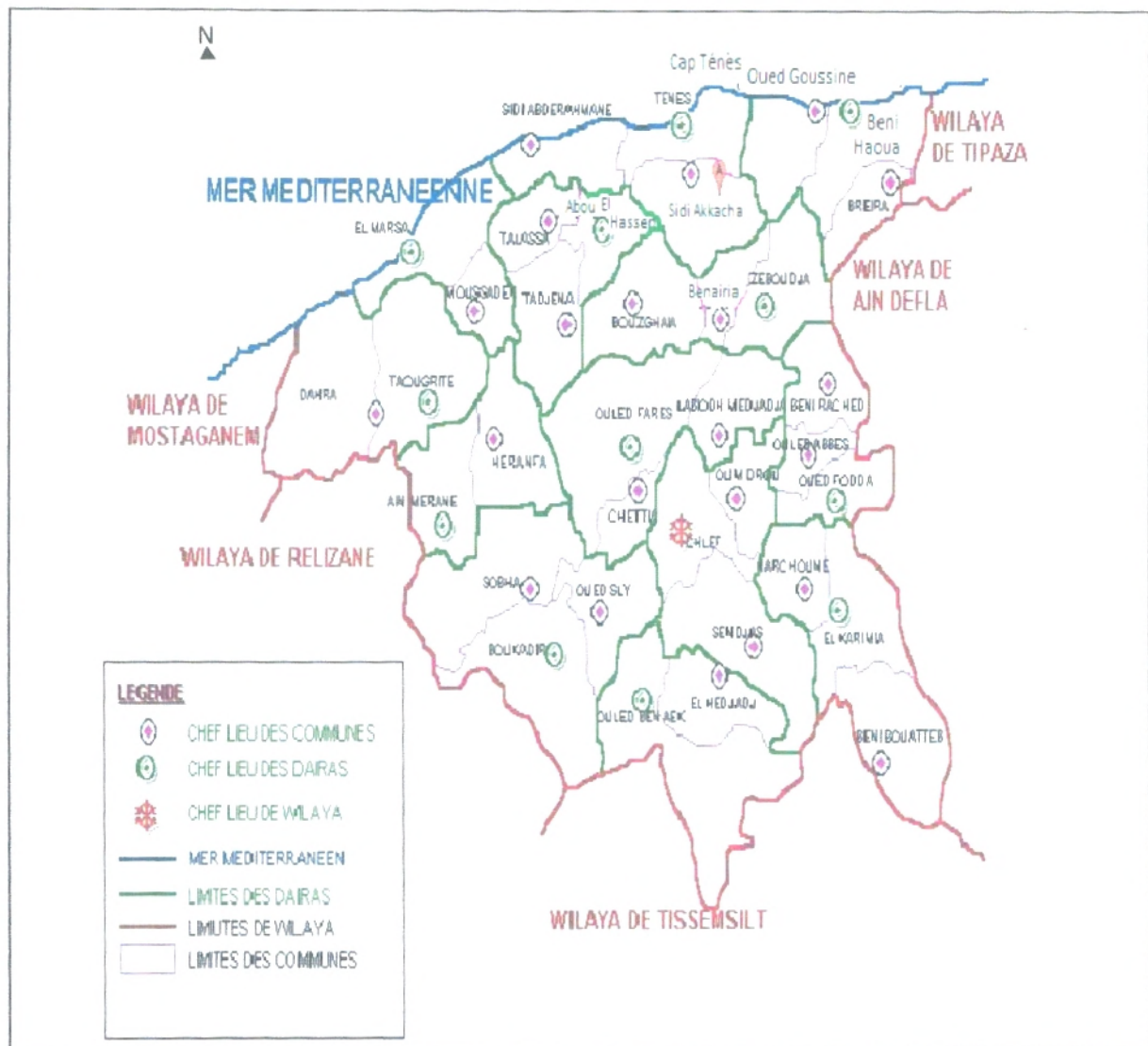


Fig. N°4 : Localisation géographique de secteur d'étude



L'accès à ce secteur est assez facile au vu de l'existence d'un réseau routier dense formé par la route nationale (RN) qui relie Ténès à Chlef, des routes communales ainsi que des pistes qui le sillonnent sur toute son étendue (fig.5.).

La partie Nord est très accidentée marquée par la présence des points culminants de Dj. Nador (721m), Kef el Adjouz (635m), et kat Ben Aicha (635m). Le réseau hydrographique imprimé sur la région est représenté par Oued Chélif le plus important cours d'eau. Il traverse la Wilaya de Chlef de L'Est à l'Ouest, sur un trajet de 60 km et Oued Fodda au Sud, Oued Damous et Oued Hamlil à l'Est (fig.5.).

Le Climat est de type méditerranéen avec un hivers doux et pluvieux et un été chaud et sec.

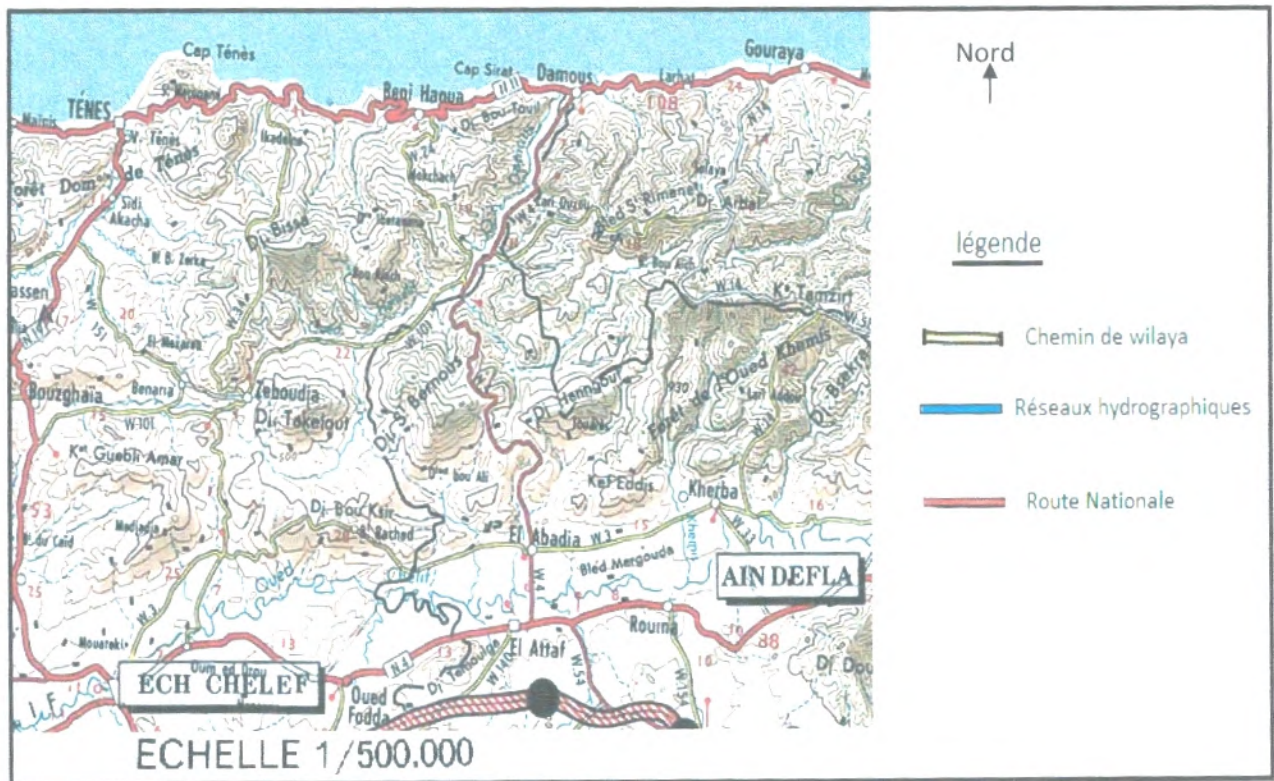


Fig. N°5 : Carte des réseaux hydrographiques et routiers

## **I.2.2- Cadre géologique**

### **Introduction**

Le secteur de Sidi Bettour est dominée par la présence des dépôts miocènes et des nappes olistostrome inférieure et supérieure sous forme de structures plicatives sublatudinales affectées par deux grandes familles de failles sublatudinales et sublongitudinales.

### **A - Stratigraphie**

#### *a- Miocène*

La plus grande partie du territoire d'étude est recouverte par des sédiments miocènes.

- **Burdigalien**

À la base, représentée par des conglomérats, des grès calcareux en bancs de 0,3 - 0,8 m de puissance, des aleurolites et des argiles.

- **Langhien – Serravalien**

Formé d'argiles et de marnes à nodules de calcaire jaune.

#### *b- Eocène*

Il est représenté par des sédiments de la nappe olistostrome supérieure qui forment le cœur de certains anticlinaux.

- **Hyprésien**

Composé d'argiles, d'aleurolites et de lentilles de grès à gros grains du flysch Guerrouche.

#### *c- Cénoomanien*

Il apparait à l'extrême Sud Est du secteur constitué de marnes et argiles à lentilles de calcaire de la nappe olistostrome inférieure.



Les cinq sondages réalisés dans la région de Sidi Bettiour (fig.6.) montrent la même succession lithologique du Miocène.

**Le sondage (S1) :** réalisé à *Bled Aroua (Sidi Bettiour)*, pour une profondeur de 127.9m montre les sédiments du Miocène (grès calcaireux grisâtres, conglomérats, grès et argiles).

**Le sondage (S2) :** implanté sur la zone Ouest de Bled Aroua pour une profondeur de 151.1m. A traversé la même série du Miocène (conglomérats, grès et argiles), qui repose sur les grès et argiles de la nappe olistostrome supérieure d'âge éocène.

**Le sondage (S3) :** réalisé sur la zone Bled Biyouk d'une profondeur de 203 m a recoupé les mêmes marnes, argilites, grès calcaireux du Miocène.

**Le sondage (S4) :** effectué sur un affleurement d'Oued Bouhalou (Oued Berrada) pour une profondeur de 194.2m a recoupé les mêmes sédiments miocènes qui reposent sur les argiles de la nappe olistostrome supérieure (Eocène).

Enfin, **Le sondage (S5) :** réalisé sur la zone Oued Mella pour une profondeur de 204.4 m montre une partie de la série miocène formée de marnes, argile, argilite avec des passé de Grès calcaireux.

La figure (fig.6.) présente les cinq logs lithostratigraphique des forages réalisés dans le secteur d'étude.

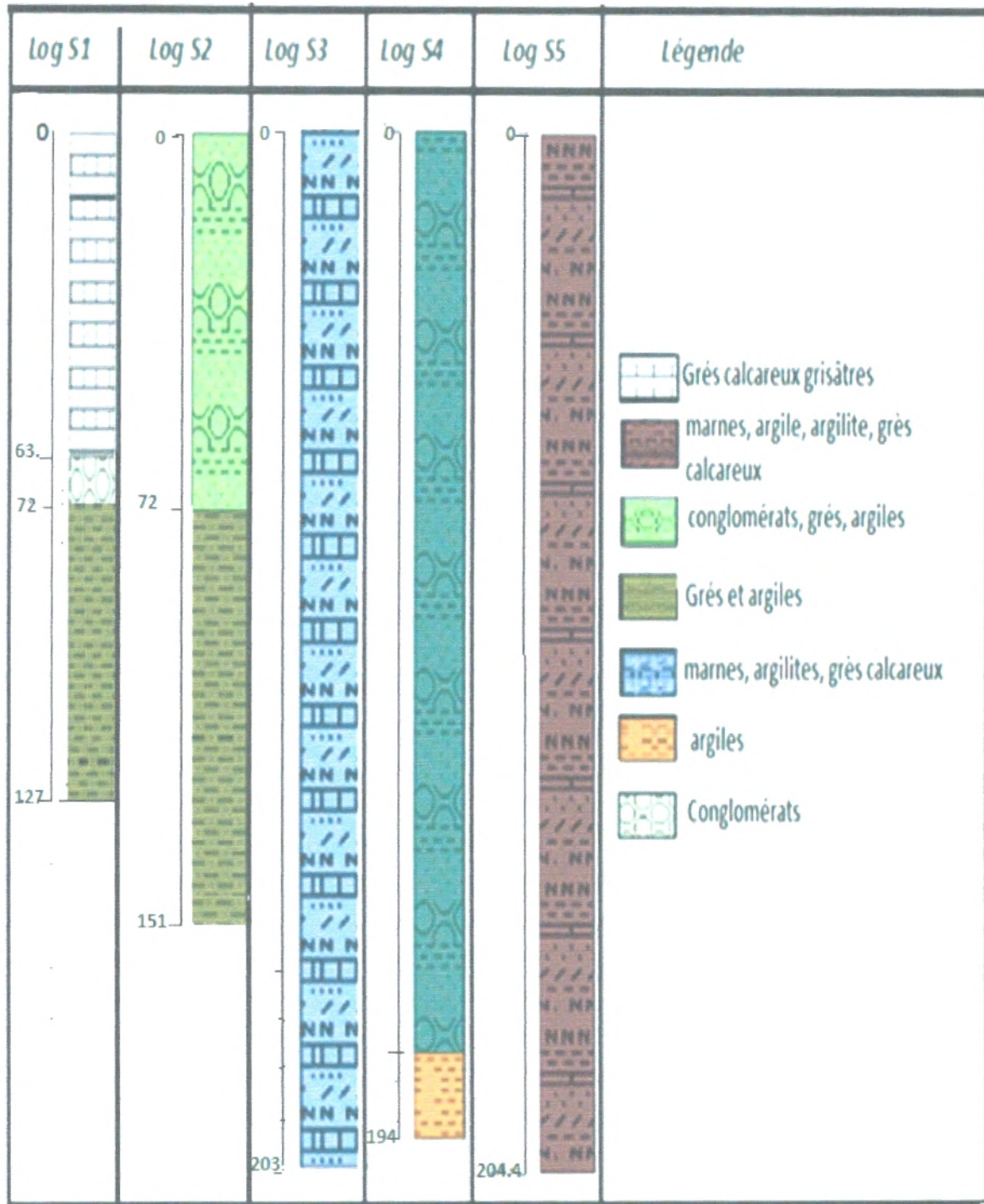


Fig. N°6: Logs lithostratigraphique de Sidi Bettiour

## B - Tectonique

La région d'étude se localise dans la zone externe des Maghrébides caractérisée par la présence des nappes de charriage.

La tectonique plicative a engendré des structures plissées orientée principalement sublatudinalement (résultat des effets de compression d'orientation NE – SW). La tectonique cassante a provoqué la formation d'un réseau de failles de directions, principale NE-SW et d'autre secondaire sublongitudinales de direction NW – SE.

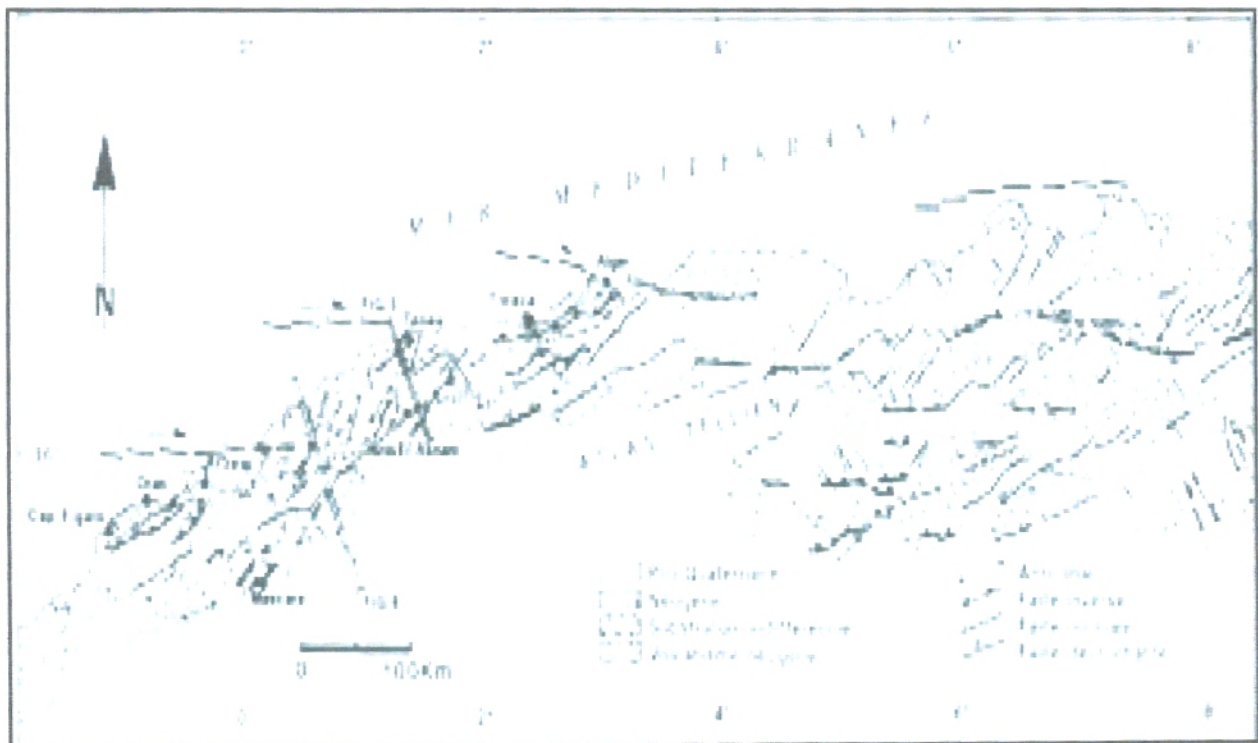


Fig. N°7 : Esquisse néotectonique de l'Atlas Tellien en Algérie, et prolongements supposés en mer (Meghraoui et al. 1996).

## C - Magmatisme

Les produits du magmatisme miocène de la région de Ténès sont assez répandus et s'observent concentrés en une bande côtière étroite surtout dans sa partie septentrionale.

Ces produits sont développés aussi bien sur le complexe autochtone que sur les nappes de charriage et se trouvent en relation stratigraphique normale avec les roches sous et sus-jacentes à savoir les formations allochtones de l'*Eocène* et le *Miocène* sédimentaire. Ils se répartissent en formations effusives et intrusives.

### ▶ Les formations effusives

Les formations effusives sont une tranche constitutive de la coupe du complexe néo -autochtone (Burdigalien) et montrent des coulées de lave andésitique, des extrusions de rhyolite, des rhyodacites, des andésito- basalte et des basaltes avec un horizon volcano - sédimentaire d'épaisseur variable et discontinue formé de clasto-laves, de tufs et de tuffites qui renferment parfois des roches sédimentaires.

Celles-ci affleurent à *Cap Samada*, *Bouhekif*, *Souhalia* (entre *Béni-Houa* et *Damous*) et elles ceinturent plus à l'Est, la dépression de Menaceur et *Cap Sirat* (*Messelmous-Oued Sept*).

### ▶ les formations intrusives

Les termes grenus et microgrenus sont relativement peu abondants dans la région. Ils apparaissent A *korb* ou *djaout* (hadjret ennous, A *Mechta Hanane* (*Gouraya* et à l'*Oued harbil* (*Damous*)). Ils forment des massifs de dimensions restreintes ayant la forme de laccolites et de dykes peu puissants.



## **D - Minéralisation**

Le secteur *Sidi Bettiour*, formé par les dépôts miocènes représentés par des grès calcaireux à la base surmontés par des argiles, est caractérisé par la présence de zones d'altérations hydrothermales étendues sur plusieurs centaines de mètres (100- 900m) et des veinules d'oxydes de fer formant un stockwerk dans les grès calcaireux et des filons recoupant les argiles du sommet.

A ces zones d'altérations hydrothermales observables également dans les sédiments de la nappe olistostrome supérieure sont associés des sulfures représentés par la chalcopyrite et la Tétrahédrite avec de l'argent sous forme de nids et de veinules, la pyrite et la galène en dissémination avec des incrustations de malachite et d'azurite dans une gangue à hématite – limonite – sidérite.

On note que l'argent est intimement lié à la Tétrahédrite.

L'analyse des échantillons prélevés en surface sur ces veinules a mis en évidence des teneurs en cuivre et en argent qui dépassent largement 1% en Cu et les 100g/t en Ag. Les forages réalisés sur le site ont permis de recouper, en profondeur, cette minéralisation qui s'avère intéressante et motive, par conséquent, la continuité des travaux de recherche plus détaillés.

## **I.3-But**

Le but de ce travail est d'appréhender, dans le secteur en question, des zones anormales (zones d'anomalies géochimiques) pouvant permettre de mettre au jour des gites métallifères à enjeu économique.

## **I.4-Méthodologie**

A partir d'un levé géochimique réalisé sur le secteur en question *et* les données analytiques obtenues, des traitements statistiques (monovariabes, bivariabes et multivariabes) ont été effectués. Statistica 8 et Rock Works 15 sont les logiciels utilisés à cette fin.

# **Chapitre II**

## **Traitements**

### **Statistiques**



## Chapitre II - Traitement Statistique

Dans ce chapitre seront développés les traitements statistiques des données géochimiques obtenues sur le secteur en question afin de déterminer les zones des anomalies significatives des quatre métaux de base *Cu, Pb, Ag, Zn* ainsi que les éléments traceurs de ces minéralisations tels *Ni, Co, Ti, V, Cr et Mo*.

### II-1. Traitement monoélémentaire

La première étape consiste en un traitement statistique monoélémentaire qui permet de déterminer quelques paramètres statistiques de distribution des éléments chimiques pouvant estimer le fond et les anomalies de chaque élément. Les résultats figurent au tableau

(Tab N°.1).

élément	N	Moyenne ( $\bar{X}$ )	Min	Max	Ecart-type ( $\sigma$ )	Anomalie intense ( $\bar{X}+3 \sigma$ )	Anomalie extrême ( $\bar{X}+4 \sigma$ )
Ni	3004	1,43307	0,030000	20,0000	1,385641	5,589989	6,97563
Co	3004	0,52164	0,100000	102,0000	1,887443	1,578435	1,941965
Ti	3004	1,28467	0,100000	10,0000	1,069048	4,491813	5,560861
V	3004	14,04218	0,100000	150,0000	9,115062	41,387363	50,502426
Cr	3004	8,83862	0,100000	100,0000	7,754843	32,103144	39,857987
Mo	3004	2,82709	0,100000	60,0000	4,744546	17,06072	21,805274
Cu	3004	1,08552	0,000000	50,0000	1,584774	5,840626	7,42554
Pb	3003	0,38698	0,100000	60,0000	1,296936	4,277792	5,574728
Ag	3003	0,25291	0,100000	100,0000	1,914162	5,995401	7,909564
Zn	3002	0,25227	0,100000	10,0000	0,463097	1,641555	2,104651

Tab N°.1 : Paramètres statistiques des éléments chimiques

Le tableau (Tab N°.1 .) résume la distribution des divers éléments chimiques en question où le *Vanadium* montre la plus forte moyenne avec une valeur de(14)suivi par le *Chrome*, *Molybdène*, le *Nickel*, le *Titane* et enfin le *Cuivre*. Les autres éléments ne présentent relativement que de très basses teneurs.

Le même constat est à établir pour l'écart type attestant de la forte dispersion relative de ces mêmes éléments, où le *Vanadium* montre la plus forte variance avec une valeur de (9) suivi par le *Chrome*, l'*Argent*, le *Molybdène*, le *Nickel*, le *Titane* et les autres éléments (*Cuivre*, *Plomb*, *Zinc*) ont de faibles valeurs.

### II-1.1.Les histogrammes

Un histogramme constitue la représentation graphique d'une distribution de fréquence. Il se présente sous la forme d'une série de rectangles dont la base est sur l'axe des X (axe horizontal), avec une largeur proportionnelle aux intervalles des classes pour chaque élément chimique (**Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, Cu, Pb, Ag, Zn**) et dont la hauteur (parallèlement à l'axe des Y) est proportionnelle aux fréquences.

Les figures (fig.8, 9,10, 11,12, 13, 14, 15 ,16 et17.) présentent les histogrammes de distribution des éléments chimiques en question.

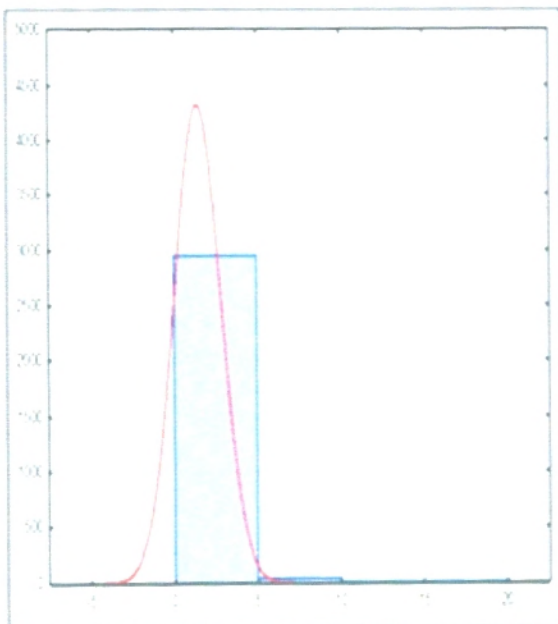


Fig.N° 8 :Histogramme de fréquence Ni

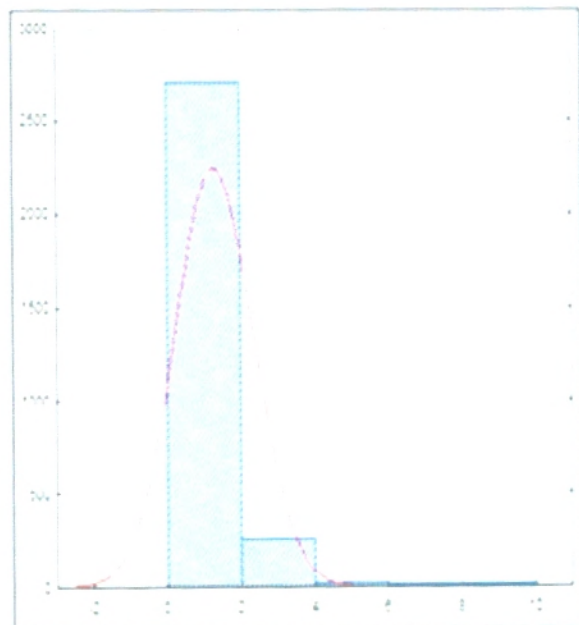


Fig.N° 9 :Histogramme de fréquence Ti

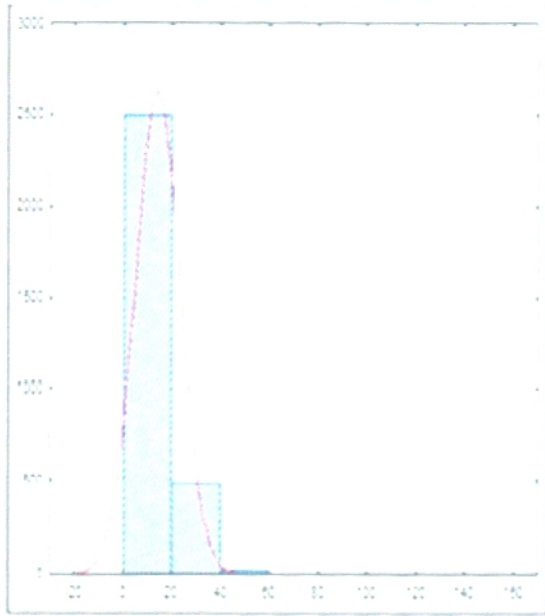


Fig.N°10:Histogramme de fréquence V

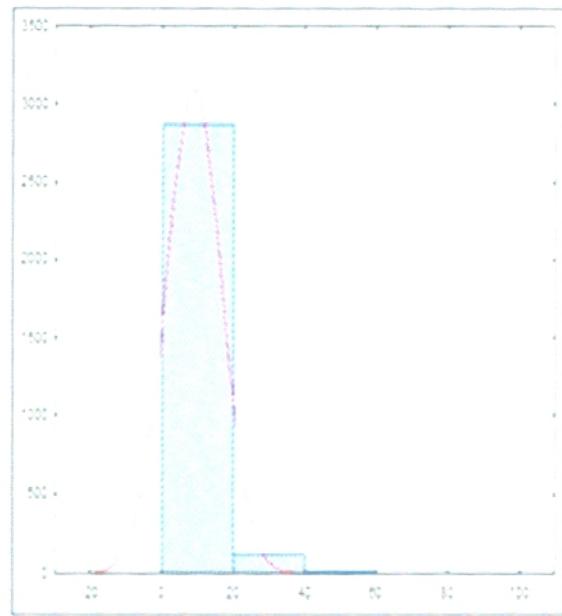


Fig.N°11 Histogramme de fréquence Cr

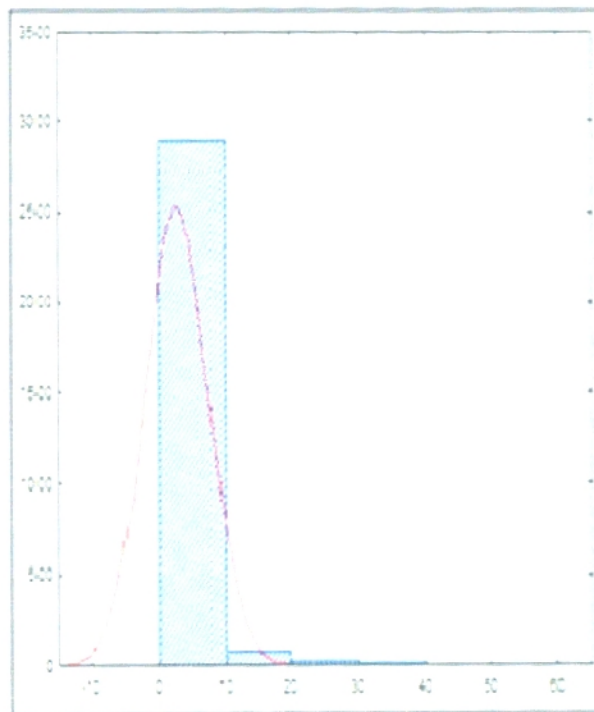


Fig.N°12:Histogramme de fréquence Mo

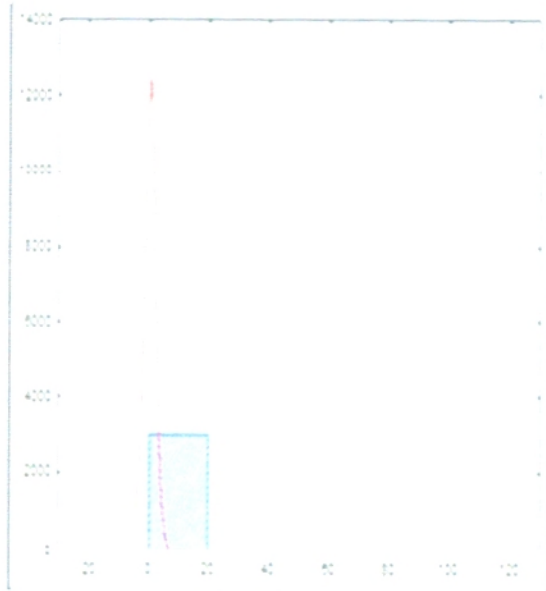


Fig.N°13:Histogramme de fréquence Co

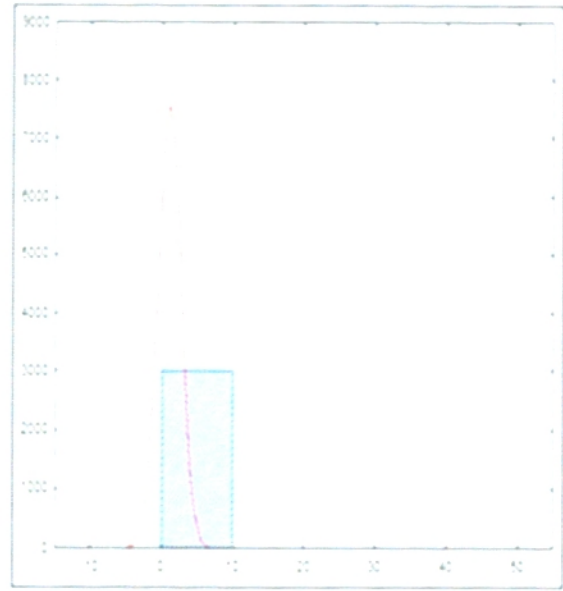


Fig.N°14:Histogramme de fréquence Cu

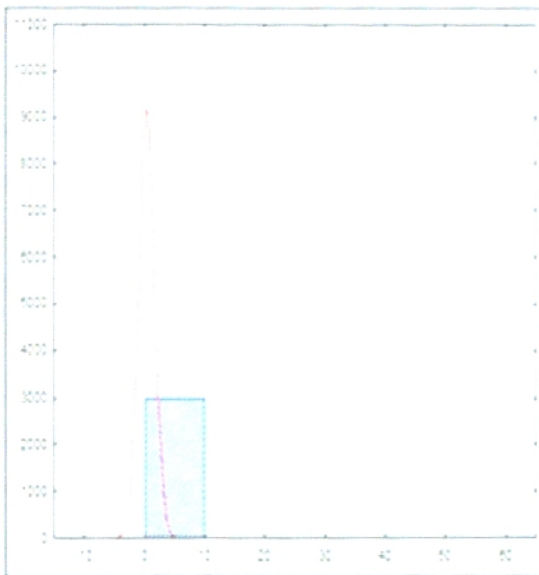


Fig.N°15:Histogramme de fréquence Pb

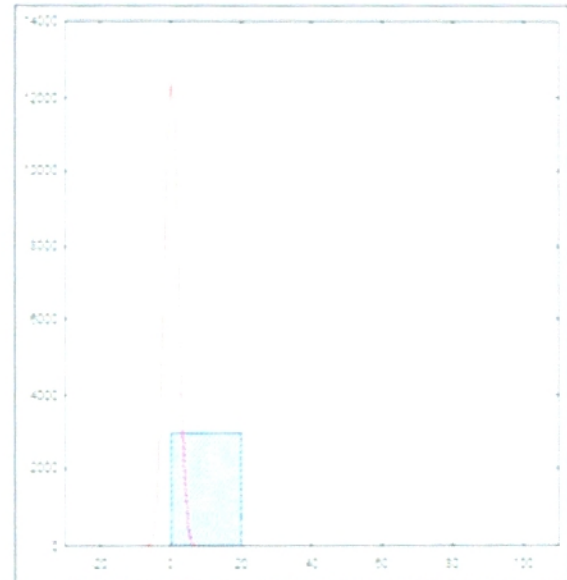


Fig.N°16:Histogramme de fréquence Ag

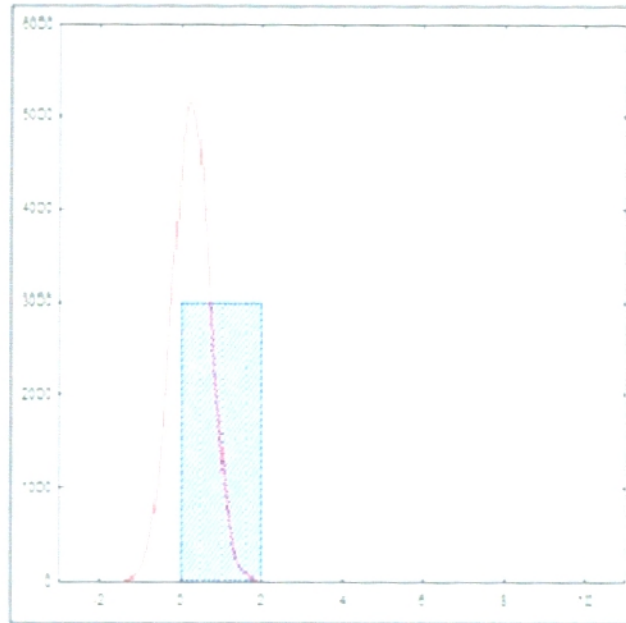


Fig.N°17:Histogramme de fréquence Zn

Parmi ces histogrammes, on remarque que la figure (fig.8.) présente deux classes, les figures (fig.9, 10 et 11.) sont constituées de trois classes et seul l'histogramme de Mo (fig.12.) présente quatre classes. Les distributions matérialisées par les histogrammes (fig.8, 9, 10, 11, 12.) suivent une *loi normale*.

Les histogrammes des figures (fig.13, 14, 15, 16, 17.) présentent une seule classe pour chaque élément (Co, Cu, Pb, Ag, Zn) et suivent une *loi log normale*.



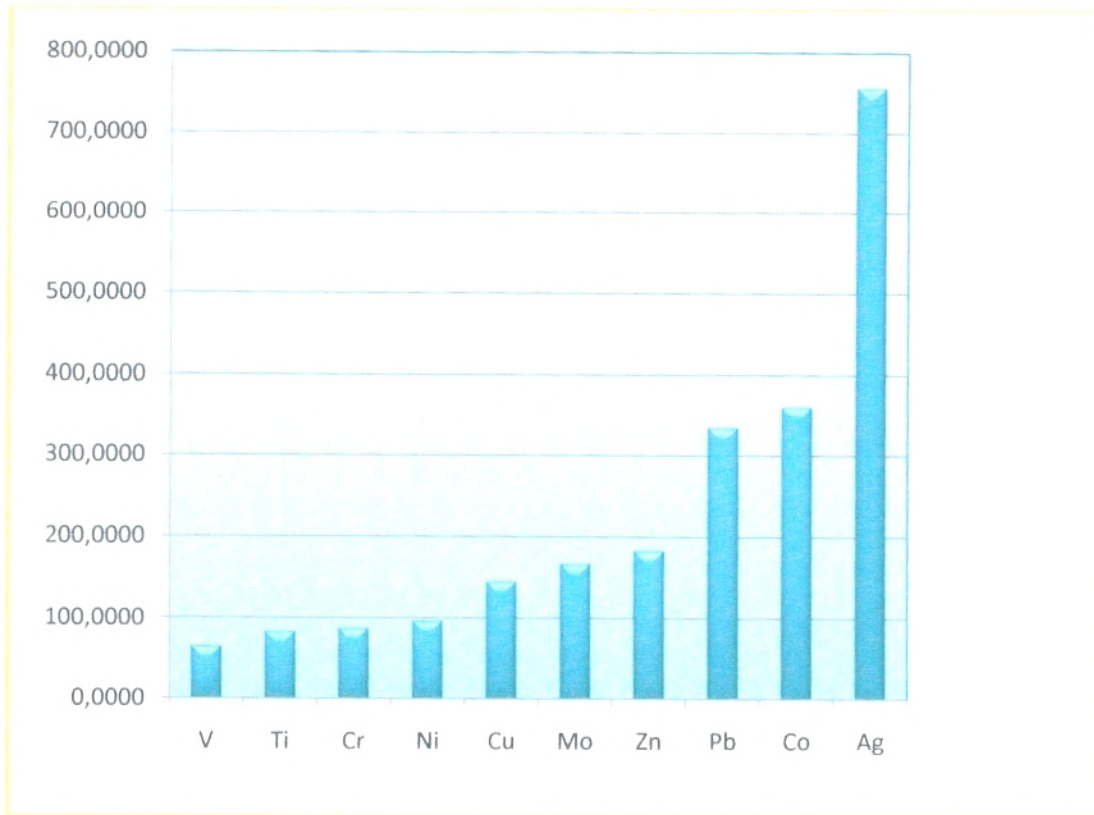


Fig. N°18 : Diagramme du coefficient de variation

Le diagramme de coefficient de variation (Fig.18.) Permet de distinguer trois associations géochimiques:

- une première association regroupe les éléments (*V, Ti, Cr, Ni*) qui indique la présence de formations magmatiques.
- une deuxième association représentée par les éléments (*Cu, Mo, Zn*).
- une troisième à (*Pb, Co, Ag*).

Les deux dernières associations, sont à l'origine de la présence d'une minéralisation polymétallique à **Cu, Ag, Pb et Zn** essentiellement.

Outre ce constat on remarque, à partir du diagramme du coefficient de variation (fig.18.), que l'élément (**Ag**) présente le plus fort coefficient de variation et il est par conséquent le plus dispersé donc le plus abondant dans le secteur.



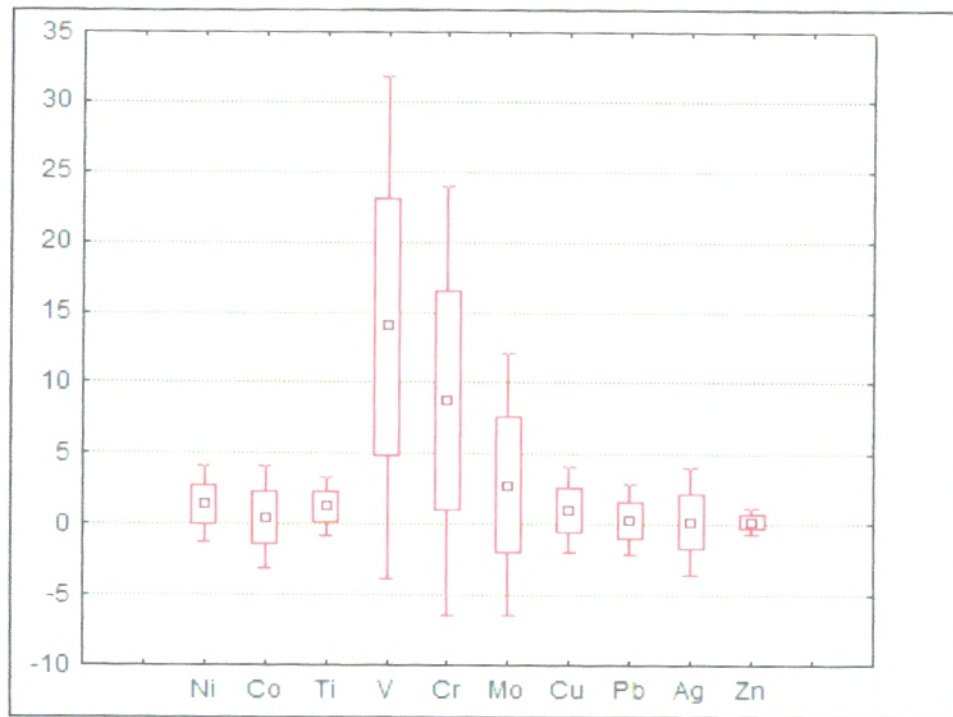


Fig. N°19 : Boîte à moustaches

La boîte à moustaches utilise 5 valeurs qui résument les données : le minimum, les 3 quartiles Q1, Q2 (médiane), Q3, et le maximum.

La figure (fig.19.) confirme les résultats obtenus ci-dessus. Elle montre la succession des éléments classés par ordre de leurs valeurs de moyenne et de l'écart type caractéristiques. On constate que *V*, *Cr*, *Mo* et *Cu* présentent les plus fortes valeurs de leurs moyennes et écart - types.

### II-1.2. Les cartes des courbes isoteneurs et résiduelles

Les résultats obtenus à partir du traitement monoélémentaire ont permis de dresser des cartes de courbes isoteneurs et mettre en évidence plusieurs anomalies dont certaines sont liées à la présence de la minéralisation et d'autres, de fausses anomalies, formées par plusieurs points répartis selon la mobilité caractéristique de chaque élément. Les cartes des courbes isoteneurs traduisent ces caractères et les cartes résiduelles éliminent les fausses anomalies.

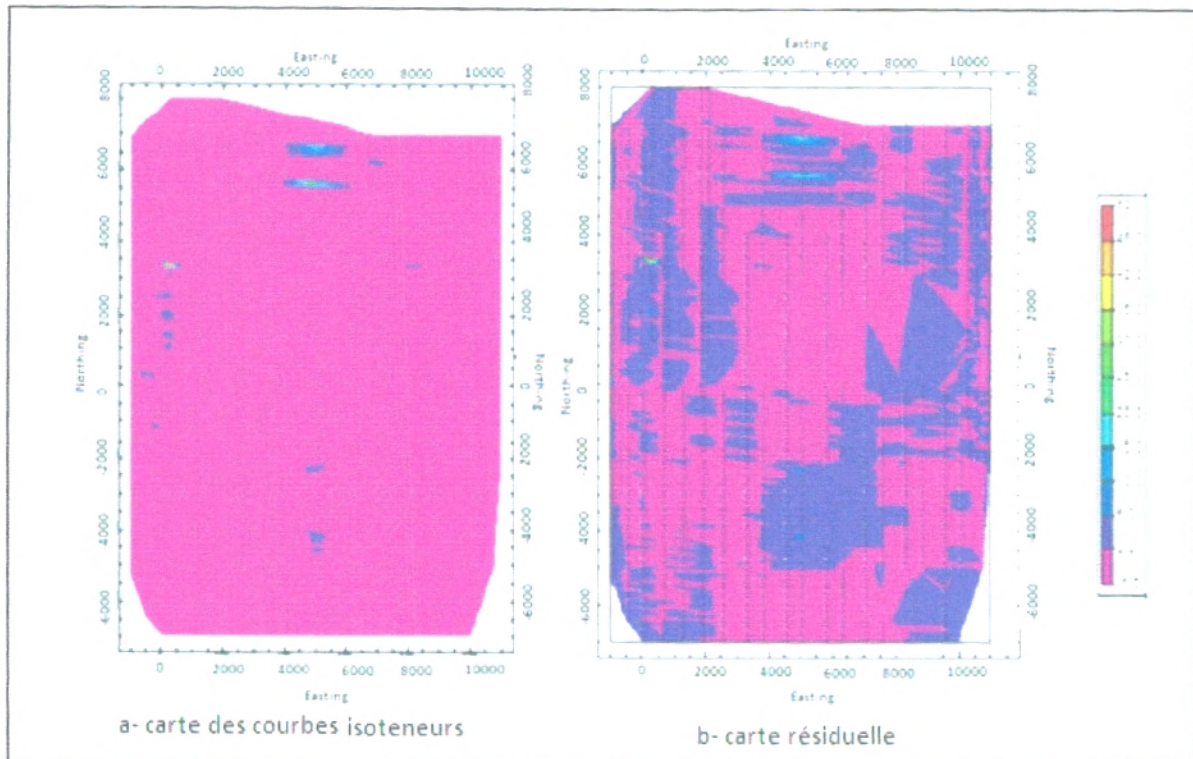


Fig. N° 20: Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Cu

La carte de courbes isoteneurs (fig.20.a.) montre que pour l'élément **Cu**, trois (03) anomalies dont les valeurs s'échelonnent entre 6 et 7,42 sur un fond de 1 (tab.1.) se localisent dans les portions septentrionale et occidentale du secteur.

Ces mêmes trois anomalies apparaissent sur la carte résiduelle (fig.20.b) qui atteste leur caractère métallogénique.

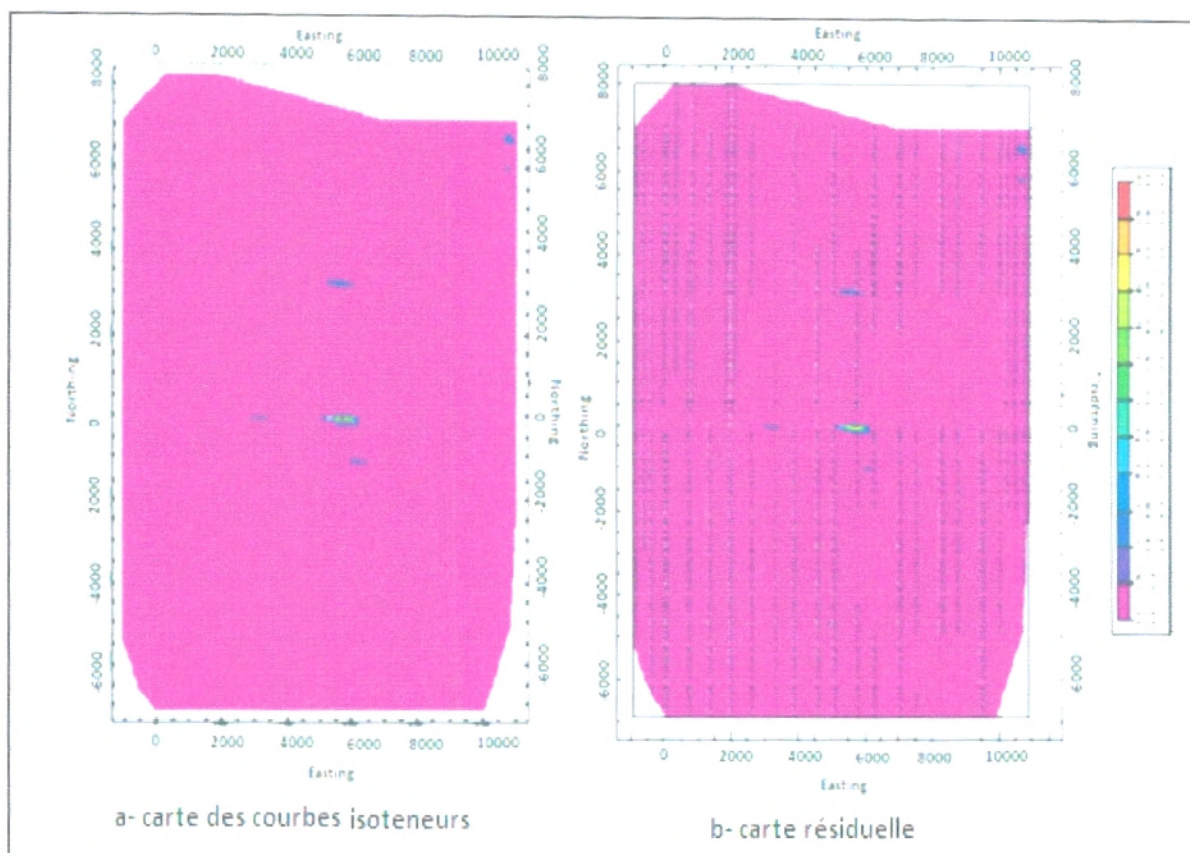


Fig. N°21. : Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Pb

La carte (fig.21.a.) montre que pour l'élément **Pb**, une anomalie dont les valeurs s'échelonnent entre 4 et 6 sur un fond de 0.38 (tab.1.) se localise dans le centre de secteur.

La figure (fig.21.b.) confirme les informations recueillies dans la carte des courbes isoteneurs et fait ressortir qu'il s'agit d'une vraie anomalie.



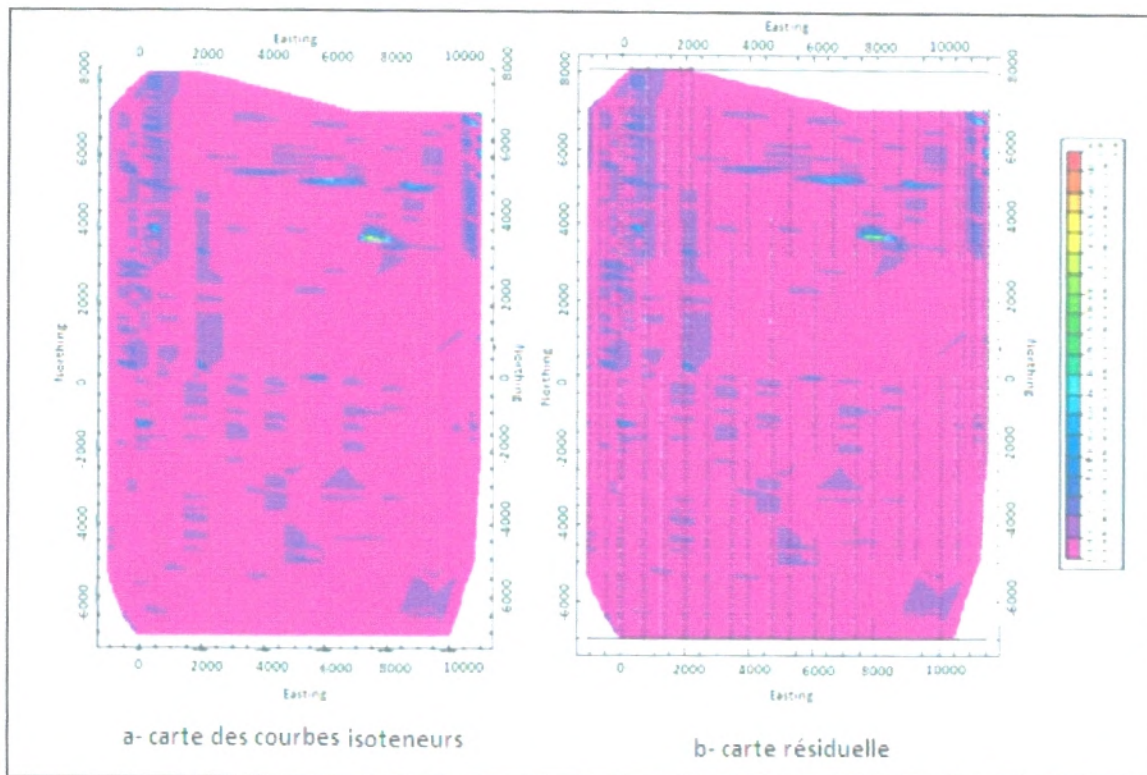


Fig. N°23: Carte des courbes isoteneurs et résiduelle de Zn

La carte de courbes isoteneurs (fig.23.a.) montre que pour l'élément **Zn**, six anomalies dont les valeurs s'échelonnent entre 1,64 et 2 sur un fond de 0,25 (tab.1.), les principales se localisent dans la portion Nord- Est du secteur et la figure (fig.23.b) confirme que ces anomalies sont vraies.

### II-1.3.Les diagrammes ternaires

Le diagramme ternaire est représenté par trois sommets (A, B, C) d'un triangle, chaque sommet a une composante qui le définit (A : Easting, B : Northing qui sont constantes pour les quatre diagrammes et la troisième composante(C) varie selon l'élément constituant.

Le but d'un diagramme ternaire en prospection géochimique est la localisation précise des zones à forte anomalies. Cette dernière est la représentation graphique des courbes isoteneurs.

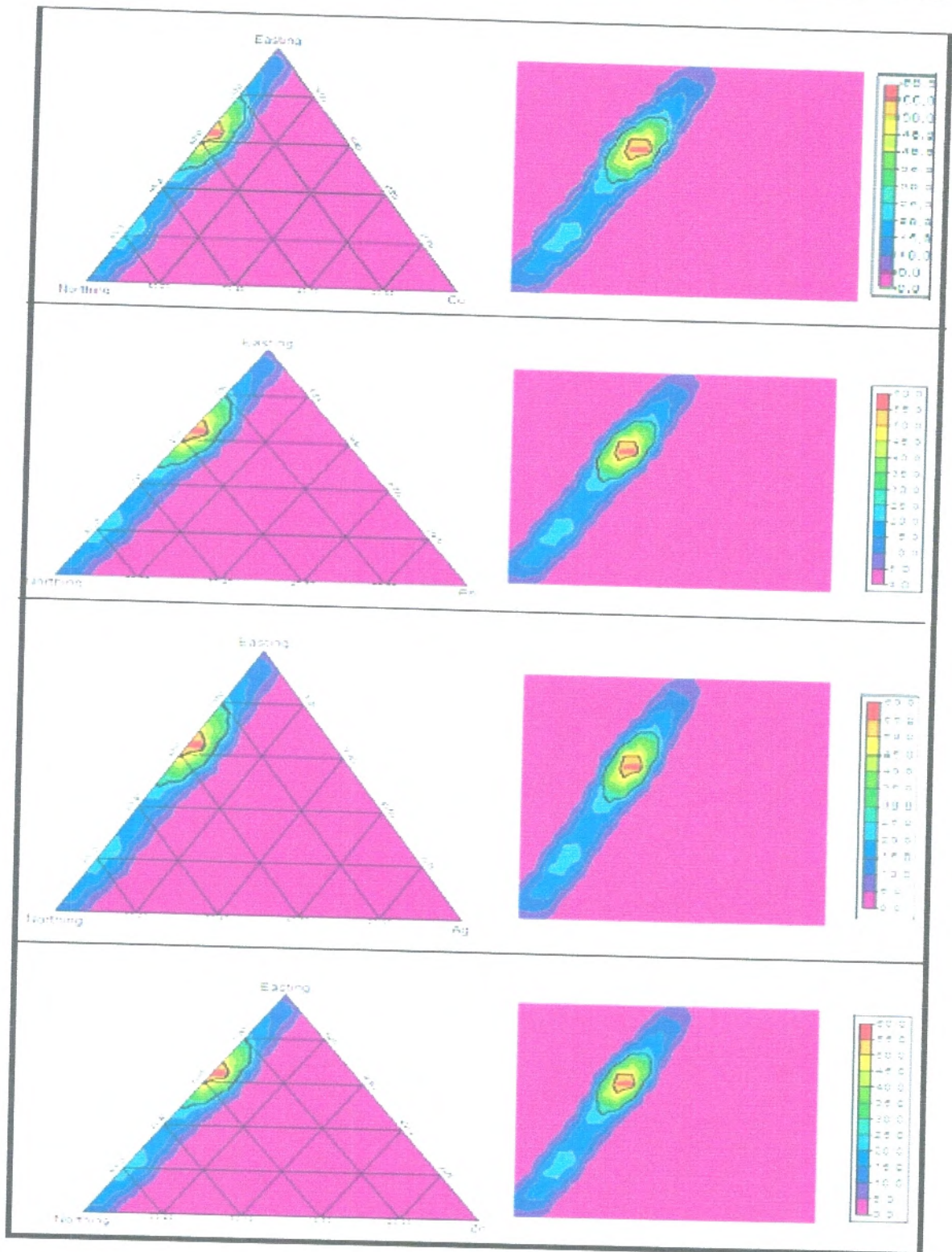


Fig. N°24 : Diagrammes ternaires des éléments de base

La figure (fig.24.) montre une anomalie complexe formée par la superposition des quatre métaux de base *Cu*, *Ag*, *Pb* et *Zn*. Cette anomalie extrême marque la portion N-E du secteur et elle est plus proche du l'Est que le Nord.

### **Conclusion**

Le traitement monoélémentaire nous a permis de connaître :

- ✓ Le type de distribution (normale ou log normale), à partir des histogrammes ;
- ✓ Le fond géochimique (moyenne) local des éléments traités ;
- ✓ Localisation des anomalies des éléments chimiques de base à partir des cartes des courbes isoteneurs ;
- ✓ Connaître les vrais anomalies géochimiques par les cartes résiduelles de chaque élément ;
- ✓ Préciser la localisation de l'anomalie complexe à l'aide des diagrammes ternaires.



## II-2. Traitement bivarié

Le traitement bivarié est un traitement complémentaire au traitement monoélémentaire et il mesure la relation entre les éléments chimiques pris deux à deux et permet, par conséquent, d'obtenir l'indicateur d'un élément dans l'environnement géologique qui existe entre ces éléments.

Le tableau suivant (Tab .2.) donne la matrice de corrélation des éléments chimiques:

	Ni	Co	Ti	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Ag	Zn
Ni	1,00	0,08	0,20	0,31	0,43	0,23	0,05	0,09	-0,01	0,13
Co		1,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,02	0,02	0,00	0,02
Ti			1,00	0,53	0,37	0,12	0,17	0,09	0,01	0,12
V				1,00	0,36	0,01	0,30	0,14	0,01	0,21
Cr					1,00	0,64	0,11	0,10	-0,01	0,07
Mo						1,00	0,23	0,08	0,01	0,16
Cu							1,00	0,11	0,06	0,30
Pb								1,00	0,02	0,20
Ag									1,00	0,06
Zn										1,00

Tab. N°2 : Matrice de corrélation

La matrice de corrélation (tab.2.) et les diagrammes (fig. 25 et 26.) montrent une bonne corrélation positive entre *Ti* et *V*, dont le coefficient de corrélation est égal à (0,53) qui indique la présence de formations magmatiques et une autre corrélation entre *Mo* et *Cr*, dont le coefficient de corrélation est de (0,64), due à la lithologie.

Les couples	Ti- V	Mo-Cr
Coefficient de corrélation	0,53	0,64
Type de corrélation	Fort	Fort

Tab. N°3 : Classification des coefficients de corrélation

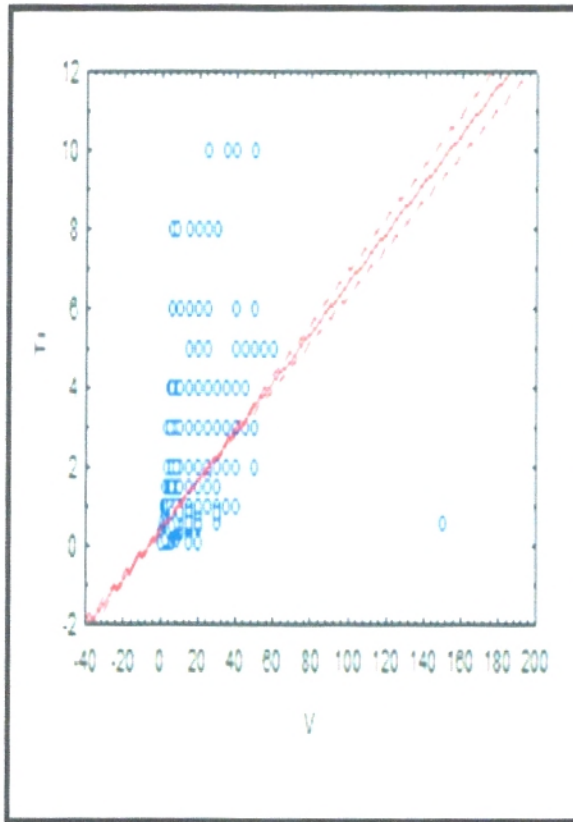


Fig. N°25 : Diagramme de corrélation entre  $Ti$  et  $V$

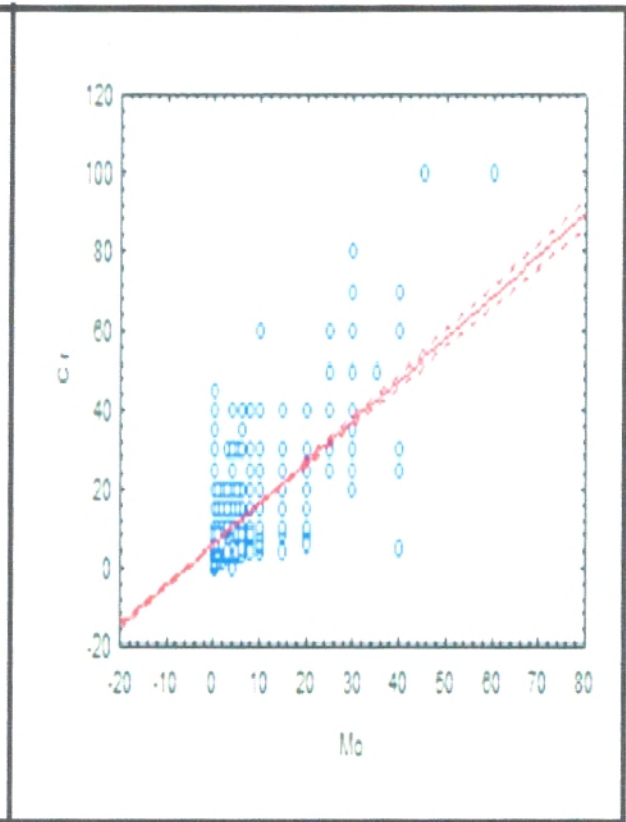


Fig. N°26 : Diagramme de corrélation entre  $Mo$  et  $Cr$

Les diagrammes de corrélation entre  $Mo$  et  $Cr, V$  et  $Ti$  (fig.20,21.) présentent des fortes corrélations positives entre ces éléments. Ces corrélations montrent deux populations différentes, la première avec des points rassemblés et la deuxième avec des points dispersés.

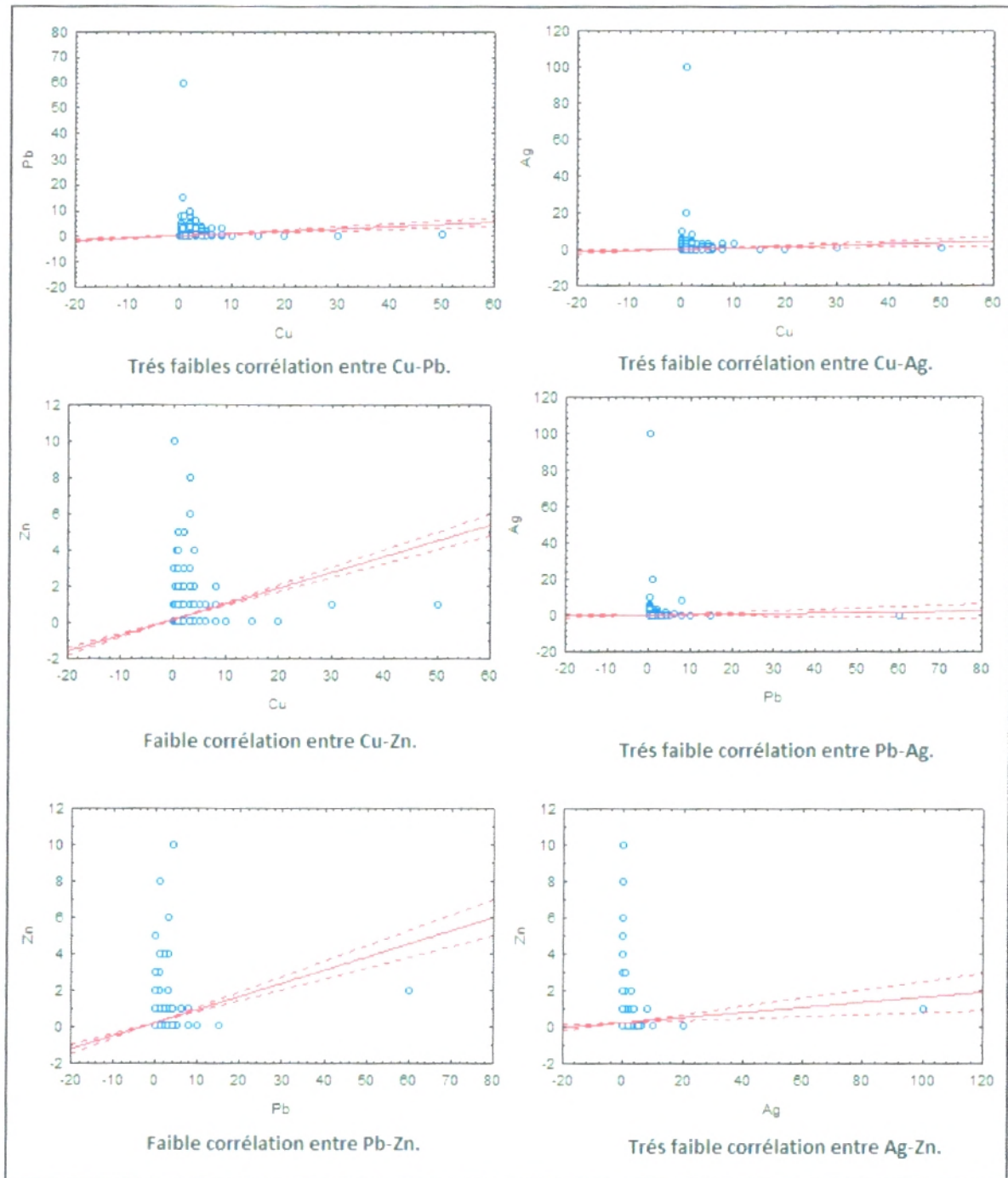


Fig. N°27 : Diagrammes de corrélation entre les éléments de base (Cu, Pb, Ag, Zn)

Pour les éléments *Cu*, *Pb*, *Ag* et *Zn* les diagrammes de corrélation montrent de faibles corrélations positives entre eux (fig.27.).

**Conclusion**

Le traitement bivarié a mis en évidence une bonne corrélation positive entre **Ti et V,Mo et Cr** indiquant la présence de formations magmatiques et faible pour Cu, Pb, Ag et Zn indiquant la présence de minéralisation Cupro-Zincifère encaisse des traces d'Ag et Pb .

## II-3. Traitement multivarié

Le traitement multivarié (multi-élémentaire) est le troisième type de traitement statistique effectué dans ce cadre. Il porte sur les deux volets de l'analyse factorielle (AF) et l'analyse en composantes principales (ACP).

### III-3-1.Analyse factorielle (AF)

Le but de l'analyse factorielle est souvent de condenser les relations qui existent entre plusieurs variables et le traitement des données se fait pour l'ensemble des variables (éléments chimiques).

	Facteur - 1	Facteur - 2
Ni	0,627017	0,152766
Co	0,120302	-0,019384
Ti	0,388377	0,514172
V	0,317997	0,673182
Cr	0,902413	0,118887
Mo	0,746853	0,004073
Cu	0,052398	0,641674
Pb	0,008549	0,442620
Ag	-0,120657	0,199101
Zn	-0,011796	0,646999

Tab. N°4 : Facteurs de charge (vari max)



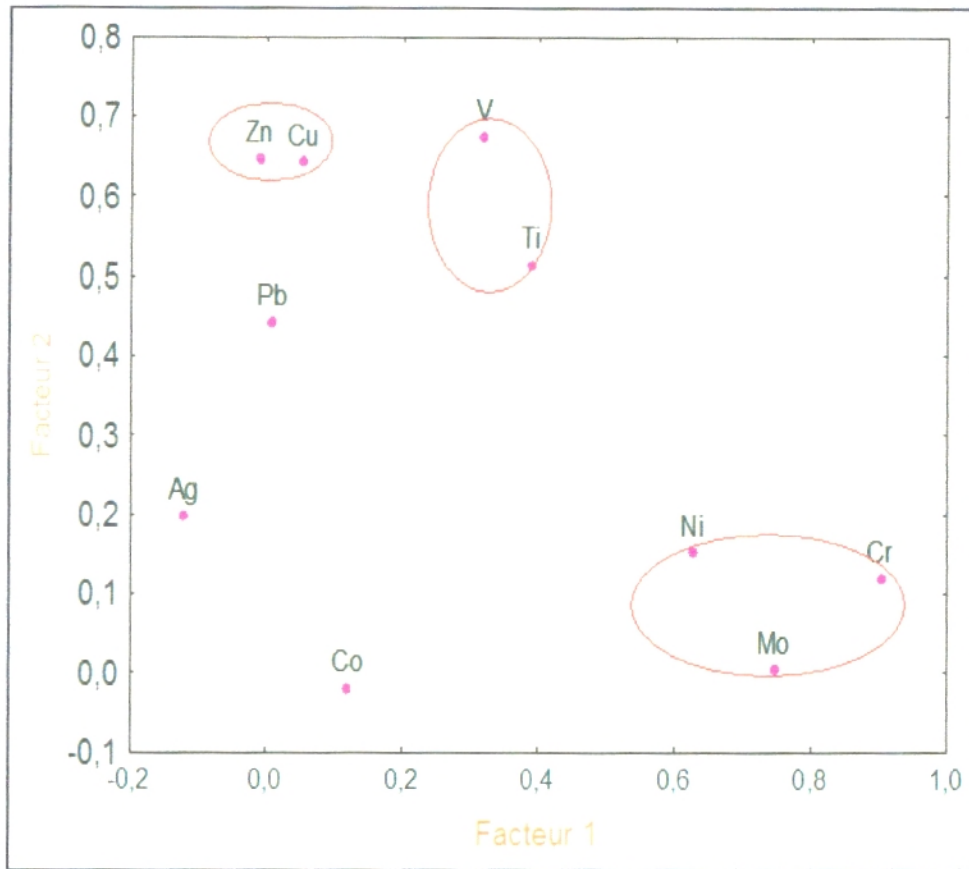


Fig. N°28 : Diagramme des facteurs de charge (vari max)

Le tableau (Tab.4.) et la figure (Fig.28.) permettent de conclure qu'il y a deux facteurs qui expliquent la variabilité où le facteur 1 est lithologique, corrélé avec les éléments *Ni*, *Cr*, *Mo* caractéristique des formations magmatiques et le facteur 2 représente une minéralisation à *Cu*, *Zn* essentiellement associée à des formations volcanogènes ou volcanosédimentaires attestée par la présence de *Ti* et *V*.

### III-3-2. Analyse en composantes principales (ACP)

Le tableau (Tab.5.) présente les valeurs propres de la matrice des corrélations, leurs variances en % et les valeurs propres cumulées en % de dix facteurs :

	Valeur propre	% variance	Valeurs propres Cumulée	% Cumulée
1	2,568906	25,68906	2,56891	25,6891
2	1,301649	13,01649	3,87055	38,7055
3	1,169192	11,69192	5,03975	50,3975
4	1,005737	10,05737	6,04548	60,4548
5	0,979759	9,79759	7,02524	70,2524
6	0,920151	9,20151	7,94539	79,4539
7	0,773111	7,73111	8,71851	87,1851
8	0,644171	6,44171	9,36268	93,6268
9	0,419834	4,19834	9,78251	97,8251
10	0,217490	2,17490	10,00000	100,0000

Tab. N°5 : Valeurs propres de la matrice de corrélation

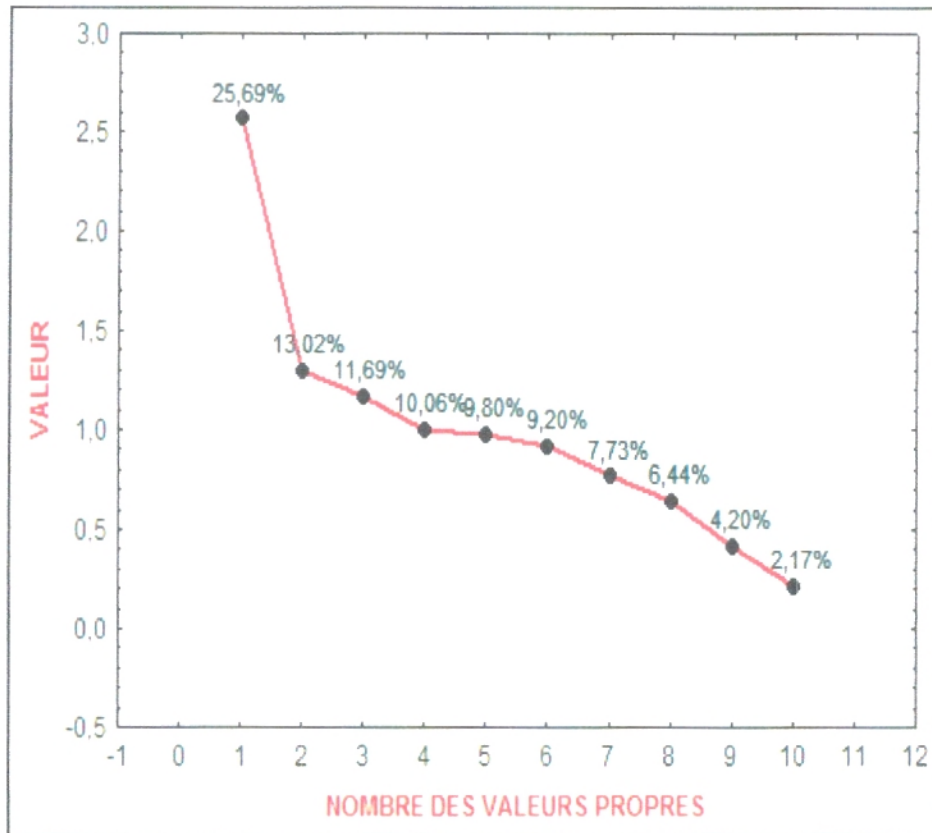


Fig. N°29 : Diagramme des valeurs propres de la matrice des corrélations

Le tableau (Tab. N°5.) Et le diagramme (Fig. N°29.) Montrent la plus forte variance pour le facteur1 (**25,69%**) suivi par le Facteur 2 expliquant **13%** de la variabilité ce qui rapporte à 39% de la variance cumulée expliquée. Toutefois, la qualité des résultats d'analyse ne permet pas un taux de variance expliqué assez élevé par un nombre aussi réduit de facteurs.

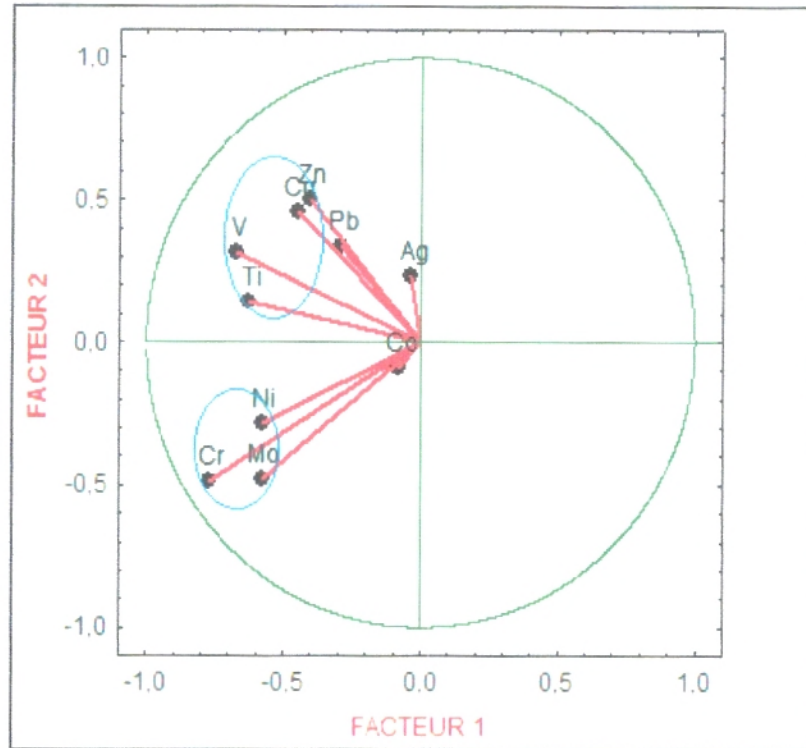


Fig. N° 30: Cercle de corrélation entre les variables et les composantes

### Principales et F1, F2

Le cercle de corrélation (Fig.30.) confirme le résultat obtenu par l'analyse factorielle. Le facteur F1 est corrélé négativement avec les éléments *Cr* et *Mo* et dans une moindre mesure *Ni*. Le facteur F2 corrèle positivement les éléments *V*, *Ti* et *Zn*, *Cu*, traduisant la présence d'une minéralisation cupro-zincifère encaissée dans une formation magmatique.

### Conclusion

L'analyse factorielle et l'analyse en composantes principales ont permis de constater la présence d'une minéralisation essentiellement cupro-zincifère encaissée dans des formations magmatiques.

# **Chapitre III**

## **Géostatistiques**



## **Chapitre III- Géostatistique**

### **III.1- Introduction**

La géostatistique est née dans le contexte très particulier de l'estimation des réserves des Gisements miniers et pour décrire la continuité de la minéralisation. Elle utilise une fonction qui est le Variogramme.

### **III.2- Variogrammes**

Le Variogramme se présente sous la forme d'une courbe dont la base est sur l'axe horizontal proportionnelle à la distance ( $h$ ) entre les points échantillonnés et dont la hauteur (axe vertical) est proportionnelle à la Semi-Variance, où se traduit par une courbe croissante jusqu'à atteindre un palier. La valeur du palier du Variogramme représente la variance  $S^2$ . Il est caractérisé par sa portée ( $a$ ), son palier et son effet de pépite ( $C_0$ ).

▪ Application

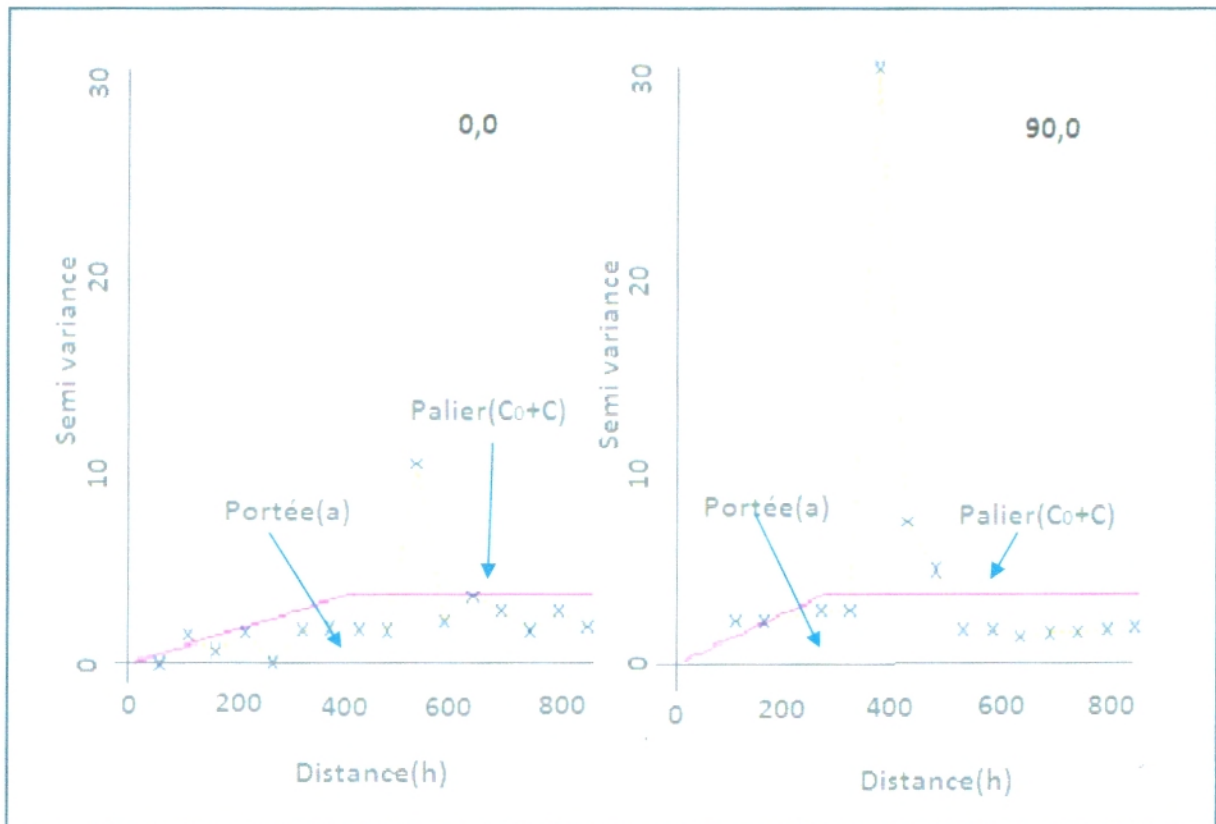


Fig. N°31 : Variogramme de Cu

La figure (fig.31.) présente un modèle linéaire à faible effet de pépite ( $C_0=0.03$ ) ; avec un palier de 3.74, et on remarque l'existence d'une portée maximale  $a_1 = 413\text{m}$  (selon la direction  $0^\circ$ ) et une portée minimale  $a_2 = 283\text{m}$  (selon la direction  $90^\circ$ ). Le rapport entre la portée maximale ( $a_1 = 416\text{m}$ ) et minimale ( $a_2 = 280\text{m}$ ) définit une anisotropie géométrique de 0.69.

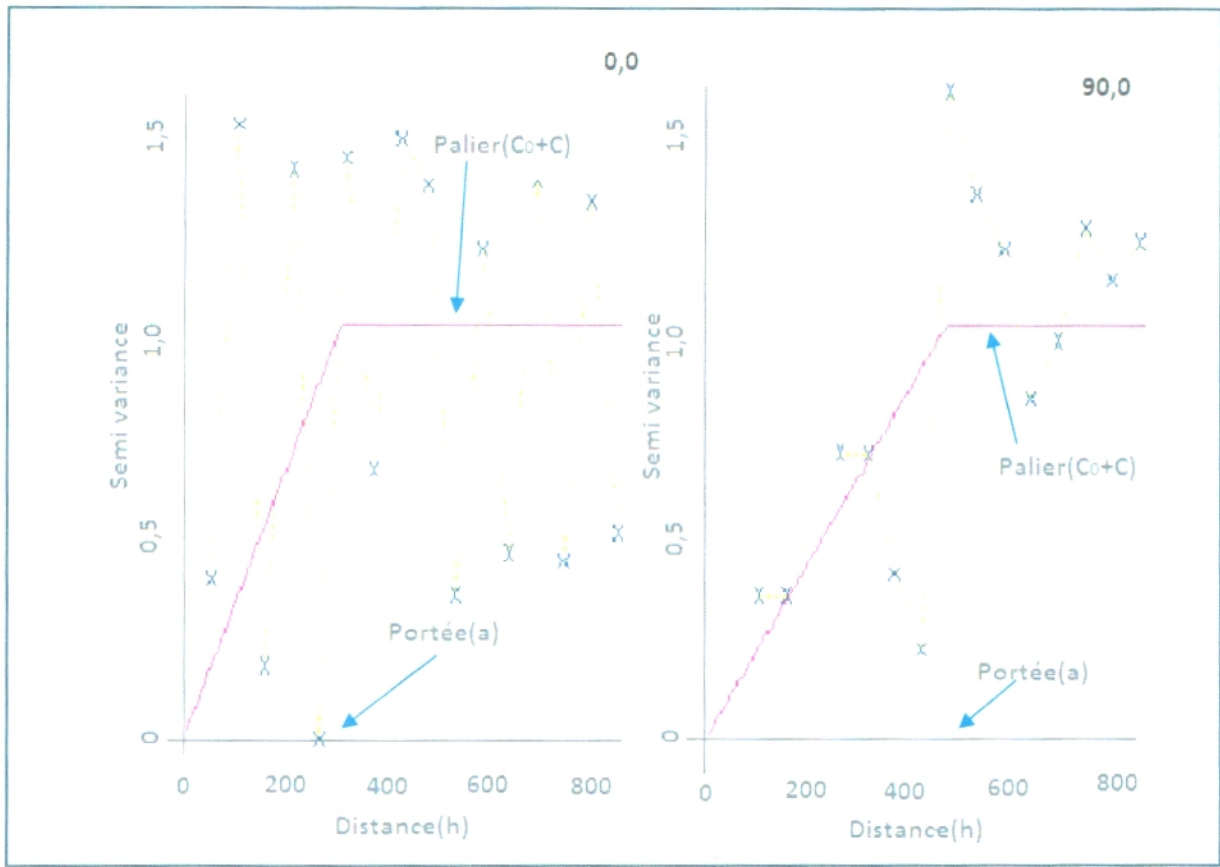


Fig. N°32 : Variogramme de Pb

Le Variogramme concernant l'élément **Pb** (fig.32.) montre un modèle linéaire à l'origine avec une bonne continuité et un effet de pépite nul ( $C_0=0$ ).

A partir du Variogramme, on observe que le palier est de 1.03, la portée maximale  $a_1=474\text{m}$  (selon la direction  $0^\circ$ ) et la portée minimale  $a_2 =307\text{ m}$  (selon la direction  $90^\circ$ ). Le rapport entre la portée maximale ( $a_1 =474\text{ m}$ ) et minimale ( $a_2 =307\text{ m}$ ) définit une anisotropie géométrique de 0.65.

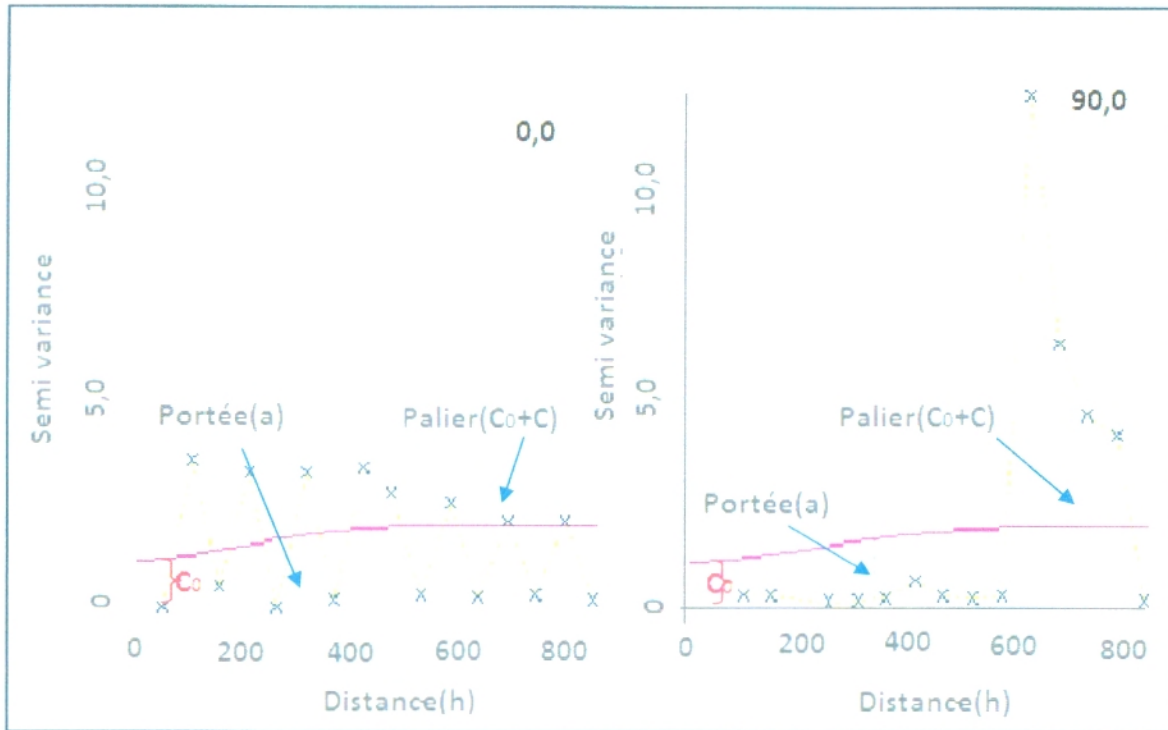


Fig. N°33 : Variogramme d'Ag

Le modèle représentatif de la figure (fig.33.) est Gaussien avec effet de pépite, dont ( $C_0=1.07$ ), le palier est de 0.84, la portée maximale  $a_1=347\text{m}$  (selon la direction  $0^\circ$ ) et la portée minimale  $a_2 =307\text{ m}$  (selon la direction  $90^\circ$ ). Le rapport entre la portée maximale ( $a_1=474\text{ m}$ ) et minimale ( $a_2 =283\text{ m}$ ) définit une anisotropie géométrique de 0.82.

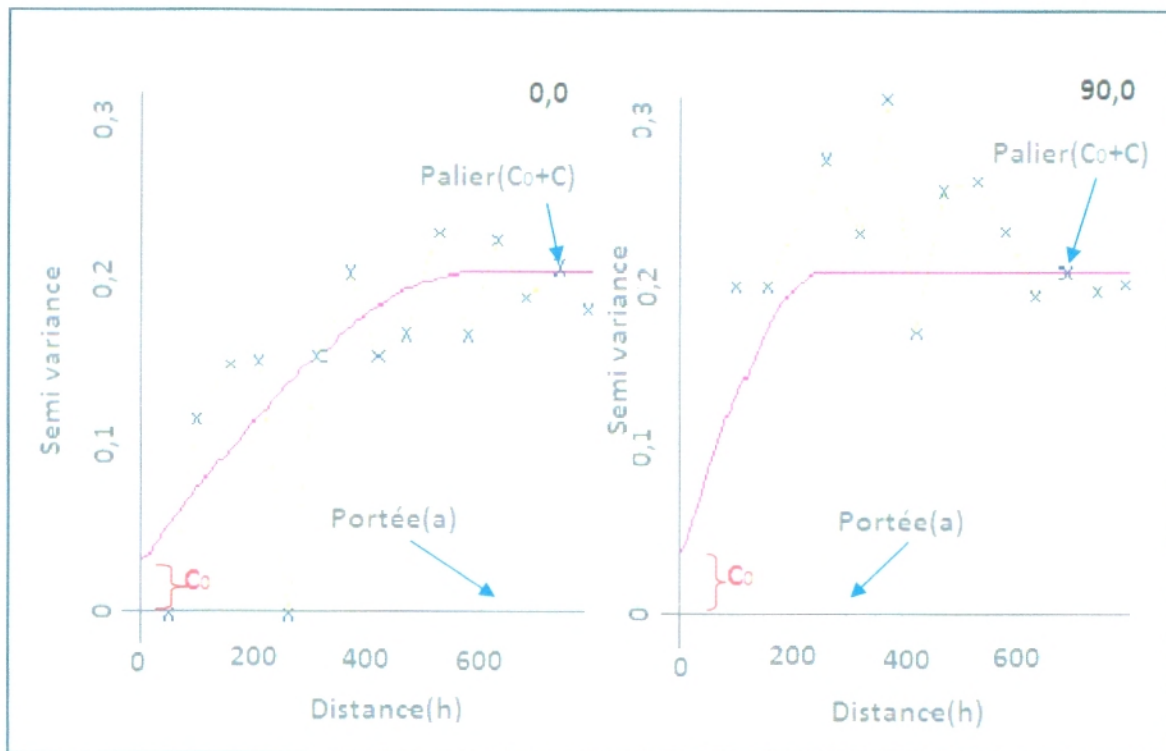


Fig. N°34 : Variogramme de Zn

Le Variogramme de **Zn** présente un modèle sphérique à effet de pépite (fig.34.), dont ( $C_0=0.03$ ), le palier est égale à 0.17, la portée maximale  $a_1=612\text{m}$  (selon la direction  $0^\circ$ ) et la portée minimale  $a_2 =265 \text{ m}$  (selon la direction  $90^\circ$ ). Le rapport entre la portée maximale ( $a_1=612 \text{ m}$ ) et minimale ( $a_2 =265 \text{ m}$ ) définit une anisotropie géométrique de 0.43.

**Remarque :**

Selon ces Variogrammes, on constate qu'il n'y a pas de continuité remarquable entre les différents points échantillonnés qui traduit l'absence de la continuité de la minéralisation attestant probablement d'une minéralisation filonienne.



**Conclusion**

La géostatistique consiste à tirer parti des corrélations spatiales qui existent dans les données minières : elles sont modélisées par un outil probabiliste, le Variogramme.

Les types de modèles représentatifs sont :

- Linéaire avec effet de pépite ;
  - Linéaire sans effet de pépite ;
  - Gaussien avec effet de pépite ;
  - Sphérique avec effet de pépite.
- ✓ Les Variogrammes nous ont permis de remarquer l'absence de la continuité de la minéralisation liée probablement à la typologie « minéralisation filonienne ».



**Conclusion**

**Générale**

## **Conclusion Générale**

L'étude géochimique effectuée sur le secteur de Sidi Bettiour a permis de dégager les résultats suivants :

- L'analyse des échantillons du sol a concerné les éléments des quatre métaux de base et les éléments traceurs suivants (Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, Cu, Pb, Ag, Zn) et l'analyse est de type qualitatif.
- Une anomalie complexe formée par les quatre éléments (Cu, Pb, Zn et Ag) occupe la portion N-E du secteur d'étude.
- Les associations géochimiques Ni-Cr-Mo et Ti-V-Cu-Zn traduisent une minéralisation polymétallique essentiellement à Cu-Zn encaissée dans les formations magmatiques.
- Une discontinuité de la minéralisation a été mise en évidence par les Variogrammes qui traduit probablement la présence d'une minéralisation filonienne où d'autres types de travaux complémentaires (terrain, géologie, géophysique et de sondages) permettent une connaissance assez complète sur la typologie de cette minéralisation.



**Références**

**Bibliographiques**



## **Références bibliographiques**

- BELHADJIA., BELKEBIR L., SAINT MARTIN J.-P., MANSOUR B., BESSEDIK M. & CONESAG. 2008.** Apports des foraminifères planctoniques à la biostratigraphie du Miocène supérieur et du Pliocène de Djebel Diss (bassin du Chéelif, Algérie). *Geodiversitas* 30 (1) : 79-96.
- BELHAI Dj. 1996.** Evolution tectonique de la zone ouest – algéroise (Ténès-Chenoua) : Approche stratigraphique et structurale. Doctorat es sciences. *U.s.t.h.balger*. Algérie.
- BELLALAMF .2007.** Aléa sismique en un site, méthodologie et application. *Mém. magister, Univ, Boumerdes, (Algérie).*105p.
- BELOUCIF N. 2007.** Etude géochimique de l'indice du Djebel Raout-Lassoued (Azzaba, Algérie nord orientale). *Mém. Magister, Univ, Constantine (Algérie),* 99p.
- BOUREGAA M. 2008.** Traitement informatique des données géochimiques (levé et forage) des secteurs de Ténès-Cherchell. *Mém. Ing, Univ, Tlemcen (Algérie),* 66p.
- BOUSTA A & SALAH A. 2013.** Traitement statistique des données analytiques du Horst de Ghar Roubane. *Mém. MASTER, Univ, Tlemcen (Algérie),* 56p.
- EXPLICATIFEL. 1937.** Carte au 1/50 000 de Marceau (61) avec notice explicative.
- FICHEURF. 1903.** Carte géologique de marengo, feuille n° 62 au 1/50000 *Serv géol.* Algérie.
- GRANIER CL. 1973.** Introduction à la prospection géochimique des gites métallifères. Masson et Cie, Edit 120 Bd St-Germain, Paris (VI<sup>e</sup>) P143.
- KAABECHE T& MEBRAK A. 2010.** Contribution à l'étude des risques naturels (sismiques et mouvements de terrain) dans la Wilaya de Sétif. *Mém. Ing, Univ, Sétif (Algérie).* 96p.
- LAZOUNI A. 2014.** Etude de modèles de répartition Quantitative et qualitative d'un gisement Aurifère: cas du gisement d'Amesmess. *Thèse, doct, USTHB (Algérie).*121p.

- LE MARECHAL A. & TEIL H. 1973.** Application de quelques traitements statistiques aux données hydrochimiques des sources thermo-minérales du Cameroun. *Cah. Orstom. Serv. Géol.*, Vol. 5, N° 2, pp.217-234.
- LEPERVIER C & VELDE D. 1976.** A propos des intrusions tertiaires de la marge nord-africaine entre Cherchell et Ténès (Algérie). *Bull.soc. géol. France.* (7) xviii n°4.991.998.
- MELCHIOR A.1992.**Exploration minérale par géochimie des sols dans la région d'Arteaga (Michoacán, Mexique). *Annales de la Société Géologique de Belgique, T.* 115 (fascicule1), pp. 227-243.
- MINERAL G .2002.** Exercices- Variogramme, 22p.
- NICOLINI P.1990.**Gitologie et exploration minière. *Edit Tec & Doc-Lavoisier*, Paris p 589.
- PERRODON A. 1957.** Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie nord occidental. *Pub ; serv. Carte géol. Algérie. N<sup>lle</sup> série*, 12,p. 343.
- POIMEUR C& LEMASNE D. 1985.** Chronique de .recherche minière n° 480.Nouvelle méthode d'interprétation de mesures électriques forage/ surface à l'étude de modélisations tridimensionnelles.
- ROUDIANOV I. & al .1991.** Rapport final sur les résultats des travaux de recherches systématiques au 1/50 000 effectuées sur le territoire de Ténès - Cherchell, feuilles n° 38 (Gouraya), n° 39 (Cherchell), 59 (Ténès), 60 (Oued Damous) et 61 (Menaceur).
- VOICU G .2010.** Les domaines géochimiques à partir des levés régionaux de sédiments de fond de lac – Phase 2.
- VYDRINE V. 1972.** Géologie et répartition des gites non ferreux de l'Algérie du Nord. Ti et ii. SONAREM.

**Sites internet :**

[http // :www.google.com](http://www.google.com)

[http/ :www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com)

Cours « Statistiques »

Cours « Géostatistiques »

# MEMOIRE DE MASTER

**Type de Master : Académique**  
**Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers**  
**Filière : Géo-ressources**

**Titre du mémoire :**  
**Traitement statistique des données géochimiques du secteur de Sidi Bettiour (Ténès, Algérie)**

**Auteurs : Naima CHAIM & Zahra LAHLAH**

## **Résumé :**

La région de Sidi Bettiour se situe à 45Km au Nord du chef -lieu de la wilaya de Chlef. La géologie de cette région est prédominée par la présence de séries sédimentaires, magmatiques et des nappes de charriages d'âge Miocène. Ceux-ci, affectés par des plissements et recoupés par des failles orientées NE-SW et NW-SE encaissent une minéralisation à Cu, Ag essentiellement.

Le traitement statistique effectué dans le cadre de ce travail a porté sur les données analytiques obtenues de l'analyse de 3004 échantillons au sol prélevé dans la région considérée.

Le résultat obtenu a permis de localiser, dans les limites du périmètre d'étude, en plus de plusieurs anomalies à Cu, Ag, Pb et Zn en liaison spatiale avec des directions tectoniques susceptibles de trahir la présence d'une minéralisation éventuellement à enjeu économique, des associations géochimiques précisant la caractéristique de la lithologie et de la métallogénèse du secteur en question.

Outre cela, un essai de géostatistique (Variogrammes) des différents éléments chimiques a mis en évidence une discontinuité spatiale de cette minéralisation traduisant probablement la présence d'un type filonien discontinu qui sera vérifié par d'autres types de travaux plus ponctuels (géophysique et sondages).

## **Mots clés**

Sidi Bettiour, Ténès, Traitement statistique, Géostatistique, Anomalies géochimiques.