

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MEMOIRE



**L'UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID -TLEMCEN-
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES 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

Géo-Ressources

Par

KHELLAF Salah

**DISCRIMINATION GEOCHIMIQUE DES VOLCANITES MIOCENES DU NORD
DE L'ALGERIE.**

Mohammed ADACI	M. conférence	Univ .Tlemcen	Président
Abdelkader BELMOUHOB	Encadreur	Univ .Tlemcen	M. assistant
Mustapha BENCHOUK	Examineur	Univ .Tlemcen	M. assistant
Hakim HEBIB	Examineur	Univ .Tlemcen	M. assistant

2014-2015

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 formation ceux que nous avons connus dans la vie et ceux qui se présentent devant nous, nous les remercions du fond de cœur de nous avoir transmis leur savoir faire et de leurs connaissances qui ont illuminé notre cerveau, nous les remercions pour le soutien qu'ils nous ont porté et de ne pas nous abandonner. D'ici là nous pouvons constater une lueur d'espoir vers un futur proche très brillant.

En tête des remerciements seront donnés à notre encadreur Monsieur

BELMOUHOUAB Abdelkader. D'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir prêté main forte à chaque fois qu'on a eu besoin de lui.

Au terme de ce travail, nous remercions dieu qui nous 'a donné l'aide et de la volonté, pour pouvoir établir ce travail.

Cette mémoire est le fruit de sacrifices, de volonté et de patience. Il n'aura pu être réalisé sans l'intervention de nombreuses personnes à qui nous tenons à exprimer ma reconnaissance.

BELMOUHOUAB Abdelkader. D'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir prêté main forte à chaque fois qu'on a eu besoin de lui.

Comme nous remercions les honorables membres de jury qui sont :

Mr. ADACI Mohammed, maître de conférences à l'université de Tlemcen département des sciences de la terre et de l'univers Nous tenons à remercier ce professeur digne d'être connu et digne de respect, réputé par ses compétences et ses qualités d'enseignements Merci de nous avoir accepté de me faire l'honneur de présider le jury.

Mr. HEBIB Hakim, maître assistant à l'université de Tlemcen département des sciences de la terre et de l'univers pour avoir accepté de lire et de juger ce mémoire.

Mr. BENCHOUK Mustapha, maître assistants à l'université de Tlemcen département des sciences de la terre et de l'univers pour avoir accepté de lire et de corriger ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma chère mère que je lui dois toute chose dans cette vie, à mon exemple dans la vie mon père pour son soutien morale et sa présence dans les moments difficiles.

Sans oublier mes sœurs, *sabiha*.

À toutes les enfants de mon frère et ma sœur :

À mes meilleurs amis qui ont toujours été à mes côtés :

mohammed, abdkader , Fath Allah, amine. smail nassreddine.

Khellaf salah

A handwritten signature in red ink, consisting of a stylized 'K' followed by a horizontal line and a vertical stroke ending in a small hook.

RESUME

Les roches magmatiques tertiaires du Nord de l'Algérie renferment plusieurs gisements et indices minéralisés polymétalliques (Zn-Pb-Cu) et/ou à (Cu Au).

Les minéralisations étudiées appartiennent aux régions de M'Sirda et Tifaraouine en Oranie, et de Oued Amizour et El Aouana en Petite Kabylie.

La méthodologie définie et appliquée dans le cadre de ce travail consiste en le traitement statistique des données analytiques tirées de la bibliographie de 47 prélèvements.

Ceux-ci sont répartis sur 3 échantillons de M'sirda ,7 de la Tafna, 6 du Sahel d'Oran, 2 de Dellys ; 3 de Cap Djinet, 5 de thénia et de Zemmouri, 14 de l'Oued Amizour et enfin 2 échantillons prélevés à cherchell.

Ce travail se veut comme objectif d'appréhender l'origine de cette diversification métallogénique observés dans les différents gisements de cette chaine métallogénique c'est-à-dire une évolution par différenciation magmatique, une remobilisation à partir du socle du socle ou...

Les données analytiques portent sur des éléments en traces (oxydes) ; quelques éléments en trace et des terres rares.

Un traitement statistique monoélémentaire ; multiélémentaire (analyse factorielle et analyse en composantes principales) ainsi qu'une analyse discriminants pouvant guider la recherche a permis de faire ressortir les paramètres de cette variabilité.

Mots-Clés : Nord de l'Algérie, ceinture volcano-métallogénique, massifs volcaniques, éléments chimiques, traitement statistique, analyse discriminante, analyse en composantes principales.

ABSTRACT

Tertiary magmatic rocks of northern Algeria contain several deposits and showings mineralized polymetallic (Zn-Pb-Cu) and / or (Cu Au).

Mineralization studied belongs to the regions and M'Sirda Tifaraouine in Oran, and Oued El Aouana Amizour and in Kabylia.

The methodology defined and applied in the context of this work is the statistical treatment of analytical data from the bibliography of 47 samples.

These are spread over 3 samples M'sirda, 7 Tafna , 6 Sahel Oran , 2 Dellys; Cap Djinet 3, 5 and Thénia Zemmouri, 14 Oued Amizour and finally 2 samples collected chercell.

This work will aim to understand the origin of this metallogenic diversification observed in the different fields of this metallogenic chain that is to say, an evolution of magmatic differentiation, remobilization from the base of the pedestal or ...

The analytical data are for trace elements (oxides); some trace elements and rare earths.

A monoélémentaire statistical processing; ultiélementaire (factor analysis and principal component analysis) and a discriminant analysis to guide the research have helped identify the parameters of this variability.

Keywords: northern Algeria, volcano-metallogenic belt, volcanic mountains, chemical elements, statistical analysis, discriminant analysis, principal component analysis.

LISTE DES ABREVIATIONS

Ag : Argent.

As : Arsenic.

Au : Or.

Ba : Baryum.

Co : Cobalt.

Cr : Chrome.

Cu : Cuivre.

F : Fluor.

g/t : Gramme par tonne.

Mn : Manganèse.

Ni : Nickel.

O.R.G.M : Office des recherches géologiques et minières.

Pb : Plomb.

ppm : Partie par million.

Sr : Strontium.

Ti : Titane.

V : Vanadium.

Zn : Zinc.

Zr: Zirconium.

Dy : Dysprosium

Y : Yttrium

Yb : Ytterbium

V : Vanadium

Se : Sélénium

Sc : Scandium

Rb : Rubidium

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE.I GENERALITES

1. Introduction	2
1.1. Objectif.....	3
1.2. Méthodologie	3
1.3. Plan mémoire.....	3
2. APERCU GEOLOGIQUE REGIONAL ET LOCAL	4
2.1. M'Sirda.....	5
2.2. Basse Tafna	6
2.3. Sahel d'Oran	6
2.4. Region du cap djinet.....	7
2.5. Région de Thénia	7
2.6. Région de Zemmouri.....	7
2.7. Région de Dellys	7
2.8. Béjaia-Amizour	8

CHAPITRE II TRAITEMENTS DES DONNEES

1. Traitement statistique des données analytiques	9
1.1. Introduction	9
1.2. Traitement monoélémentaire.....	10
1.2.1.Résultats	16
1.2.2.Conclusion des histogrammes.....	17
1.3 Traitement multivarié.....	18
1.4. Analyse discriminante	22
1.4.1. Introduction	22
1.4.2. Coefficients des fonctions discriminantes.....	25
1.4.3. Moyennes des variables canoniques	27

CHAPITRE III CONCLUSION GENERALE

Conclusion.....	30
Bibliographie	31
ANNEXE	34

1. Introduction

La portion algérienne de la zone externe des Maghrébides est jalonnée par des formations magmatiques (plutoniques et volcaniques) calcoalcalines, d'âge Miocène encadré par des terrains sédimentaires et métamorphiques de diverses natures et d'âges variés.

Ces roches magmatiques ont fait l'objet de plusieurs études (Belon, H. 1976 ; Megartsi, M. 1985; Semroud 1981 ; Semroud 1993 ; Semroud & al 1994 ; Belanteur 1989, 2001 ; Belanteur & al 1995 ; Ouabadi 1994; Ouabadi 1987; Maury & al 2000 ; Benali 1994, Benali & al 2003 ; Louni & al 1995; Louni 2002; Ait Hamou, F. 1987 ; Aissa, D.E. 1996). Ces études ont permis de préciser l'âge, les caractères pétrographiques et géochimiques ainsi que le cadre géotectonique de celles-ci.

Ces formations magmatiques encaissent des minéralisations sulfurées polymétalliques variées mises en place sous diverses morphologies définissant ainsi une ceinture volcano-métallogénique le long de la cote de l'Algérie.

Trois secteurs sont à individualiser sur cette chaîne volcano-métallogénique et qui sont d'Est à l'Ouest :

*Secteur oriental ou Nord constantinois regroupant les gisements à cuivre et or d'El Aouana (jijel) et celui polymétallique à Plomb-Zinc essentiellement de Oued Amizour (Béjaia)

*Secteur central ou algérois renfermant les minéralisations essentiellement à cuivre et argent

*Secteur occidental ou oranais hôte des massifs volcaniques de Tifraouine à cuivre et or et celui à l'extrémité nord occidentale du pays ; en l'occurrence M'sirda et ses occurrences polymétalliques à plomb-zinc-cuivre-or et argent.

Le trait métallogénique caractéristique de cette chaîne est la présence d'importantes portions de terrains affectées par des altérations hydrothermales ; une tectonique cassante assez développée, des structures géologiques très prometteuses pour la localisation de minéralisations ainsi que la présence de nombreux autres indices et points de minéralisation.

La mise au jour des gisements durant la deuxième moitié du siècle passé par l'Office National de la Recherche Géologique et Minière (ORGM) a permis de connaître la nature des minéralisations les constituant, leur appréciation et de comprendre les conditions de leur mise en place.

Ainsi ; il s'avère que ces minéralisations bien que encaissées dans les mêmes formations ; de même âge caractérisées par le même chimisme et mises en place dans le même contexte géologique, montrent divers types de minéralisation.

1.1.Objectif

Ce travail se veut comme objectif d'appréhender l'origine de cette diversification métallogénique observés dans les différents gisements de cette chaîne métallogénique c'est-à-dire une évolution par différenciation magmatique, une remobilisation à partir du socle ou...

1.2.Méthodologie

La méthodologie définie et appliquée dans le cadre de ce travail consiste en le traitement statistique des données analytiques tirées de la bibliographie de 47 prélèvements.

Ceux-ci sont répartis sur 3 échantillons de M'sirda ,7 de la Tafna, 4 du Sahel d'Oran, 2 de Dellys ; 3 de Cap Djinet, 5 de thénia et de Zemmouri, 14 de l'Oued Amizour et enfin 2 échantillons prélevés à cherchell.

Les données analytiques portent sur des éléments en traces (oxydes) ; quelques éléments en trace et des terres rares.

Un traitement statistique monoélémentaire ; ultiélementaire (analyse factorielle et analyse en composantes principales) ainsi qu'une analyse discriminants pouvant guider la recherche a permis de faire ressortir les paramètres de cette variabilité.

1.3.Plan mémoire

Ce mémoire comprend 3 chapitres

Chapitre 1 : Le chapitre 1 sera consacré à une présentation du sujet et un aperçu sur la répartition géographique et le cadre géologique du magmatisme du Nord de l'Algérie ainsi que le cadre géologique local des différents secteurs en question.

Chapitre 2: Dans ce chapitre sera abordé le traitement avec le logiciel statistica8 des données analytiques de ces secteurs ainsi que les conclusions à l'issue de chaque traitement

Chapitre 3 : Le chapitre 3 portera sur la conclusion générale.

2. APERCU GEOLOGIQUE REGIONAL ET LOCAL

La chaîne alpine de l'Afrique du Nord (Maghrébides) fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969)

En Algérie, cette chaîne montre du Nord au Sud une zone interne ; zone des nappes, et une zone externe (fig.1.).

L'histoire géologique de cette chaîne est marquée, au Miocène ; par d'importantes activités tectoniques et magmatiques.

Ainsi ; de nombreux édifices magmatiques (plutoniques et volcaniques) post-tectonique mis en place alignés le long de cette chaîne ; encadrés par des terrains de nature et de différents âges. Ceux-ci définissent d'Ouest à l'Est un secteur occidental (oranais) renfermant les volcans des M'sirda , ceux de la Tafna et l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran, un secteur central (algérois) où de l'Ouest d'Alger vers l'Est se met en place les formations volcaniques de Ténès et de Cherchell et à l'Est, celles de Cap Djinet ; Thénia ; Zemmouri et Dellys et enfin un centre oriental ou Nord constantinois avec les massifs de Oued Amizour et celui le plus oriental de Oued el Kébir..

Dans l'Est- -Algérois le magmatisme miocène comprend les coulées et intrusions magmatiques de Dellys et du Cap Djinet.

Le massif granodioritique de Thenia et les coulées et brèches de nuées ardentes dacitiques et rhyolitiques de Zemmouri El Bahri et d'El Kerma. Dans de nombreux cas.

En Oranie, le volcanisme se caractérise par l'existence de deux lignées. La première, localisée en bordure de mer, dans le Sahel d'Oran et dans le massif des M'Sirda, est composée de laves acides, d'affinité calco-alkaline à shoshonitique. La seconde, regroupée en Moyenne Tafna, comprend surtout des basaltes alcalins.

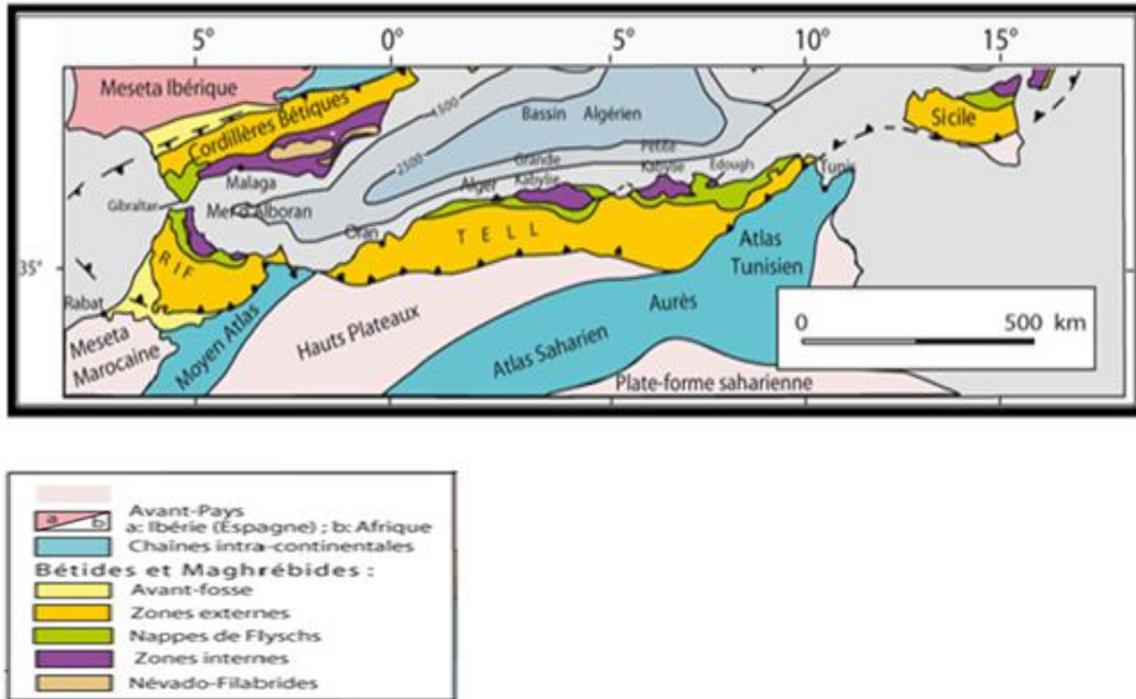


Fig. 1 : Carte structurale schématique de la chaîne alpine

2.1. M'Sirda

Le massif des M'sirda se localise à l'extrémité nord occidentale du pays, limité au Nord par la méditerranée, à l'Ouest par l' Ourd Kiss qui constitue une frontière naturelle avec le Maroc, au Sud et à l'Est par le bassin de Beb el Assa (Fig. 2).

Sur le plan de la géologie, le massif est formé par un substratum constitué par des calcaires du LIAS à la base surmontés par une assise grésopélitique épaisse de 70m d'âge Callovo-Oxfordien et des formations volcaniques miocènes mises en place essentiellement sous forme de domes.

Celles-ci débutent par des basaltes surmontés par des andésites calco-alcalins miocènes et recoupés par des basaltes alcalins plio-quadernaires.

Des corps subvolcaniques représentés par des dykes nombreux recourent les formations les plus anciennes ainsi que des domes, necks et des sills visibles dans les formations sédimentaires du substratum.

2.2. Basse Tafna

Notre région d'étude est limitée au Nord par le flanc nord de Djebel Sabaa Chiouck, au Sud par les Monts de Tlemcen au à l'Est par les Monts de Tessala et enfin à l'Ouest par la faille bordière du massif des Traras (FBT) qui s'étend sur plusieurs kilomètres (**Fig. 2**).

Dans les bassins sublittoraux de l'Algérie occidentale, le Miocène forme un cycle sédimentaire complet qui se divise en Miocène inférieur et supérieur (PERRODON, 1957). Et des terrains synchro-nappe et des autres post-nappe (Guardia, 1975)

2.3. Sahel d'Oran

Le Sahel d'Oran comprend un ensemble de quatre unités volcaniques avec au centre le volcan de Tifaraouine, à l'Ouest celui de Cap Figalo, à L'Est le cap Sigale et à 12km environ au large apparaissent en mer les îles Habibas (**Fig. 2**).

Les formations volcaniques miocènes et calco-alcalines formées d'une série différenciée constituée essentiellement d'andésite (70%) du matériel émis par le volcan mises en place sous forme de brèches, 10% de dacite sous forme de dômes et enfin des coulées de rhyolite qui caractérisent à l'extrémité orientale le cap Sigale.

Des corps sub-volcaniques représentés par des dykes, dômes, necks et une caldeira subcirculaire de 2.5 à 3km de diamètre caractérisent cet ensemble volcanique.

Ces formations volcaniques se sont mises en place au sein d'un substratum (socle) formés de schistes paléozoïques, recouverts en transgression par une série marine constituée par des marnes à intercalations gréseuses d'âge Serravalien et recouvertes par des marnes qui évoluent vers le haut vers des calcaires à algues d'âge Messinien.

2.4. Region du cap djinet

Ce secteur formé sur un plateau localisé à 22 kilomètres de Dellys, à 18 de Bordj- Menäiel, , limité au Sud par les monts de Djinet, au Nord et à l'Ouest par la méditerranée (Fig. 2). Les formations magmatiques d'âge Burdigalien supérieur, Helvétien » (Degiovanni-Azizi. 1978) sont représentés par des pointements intrusifs ainsi que des coulées visibles sur près de 300 m d'épaisseur intercalées avec des marnes.

De la base au Sommet, on observe un sill basaltique visible sur près de 15 m d'épaisseur ; des niveaux bréchiques, d'abord pyroclastiques puis remaniés ; une coulée basaltique en coussins, surmontée d'une coulée prismée et de nombreuses coulées basaltiques massives et/ou bréchifiées coiffées par des coulées andésitique.

2.5. Région de Thénia

L'Ouest d'Alger vers l'Est (Fig. 2) Il s'agit d'une intrusion de composition granodioritique recoupée par des dykes de composition rhyolitique et surmontée de coulées de même composition. Cette intrusion apparaît comme isolée entre deux failles régionales de direction E-W et NE-SW. Celles-ci mettent cette intrusion en contact avec le socle ancien au Nord et avec le Miocène de Tizi Ouzou au Sud (Courme-Rault et Coutelle, 1979). Le Miocène débute par des niveaux conglomératiques riches en galets rhyodacitiques.

2.6. Région de Zemmouri

Sur la côte au Nord de Thénia (Fig. 2).la coulée rhyolitique du site 14, datée à 15.4 Ma. est clairement antérieure aux xénolites de granodiorite et de rhyolite contenus.

2.7. Région de Dellys

Situé à 22 kilomètres de Cap d'Alger (Fig. 2) Le complexe volcan sédimentaire montre un ensemble plissé basal comprenant des brèches hyaloclastiques finement litées et une coulée basaltique prismée.

Intercalées au sein d'une formation molassique datée du liurdigalien terminal (Raymond, 1976) et un ensemble supérieur discordant comprenant des coulées basaltiques débitées en roussins, surmontées de coulées andésitiques massives.

2.8. Béjaïa-Amizour

Le secteur Oued Amizour est situé au sud de la vallée de la Soummam, entre la ville de l'Oued Amizour et la rive occidentale du golf de Béjaïa.

Le complexe magmatique de ce secteur est constitué de deux ensembles, l'un est intrusif et comprend sept plutons d'extension inégale, l'autre est volcanique constitué de laves et de pyroclastites.

L'étude pétrographique de quelques sondages d'Aït Dali et Akintouche montre que ces deux secteurs sont constitués à la base par une intrusion granitoïdique surmontée par un épisode volcano-bréchiq ue puis par une alternance de tufs dont la phase de liaison est parfois pélitique et de laves andésitiques.

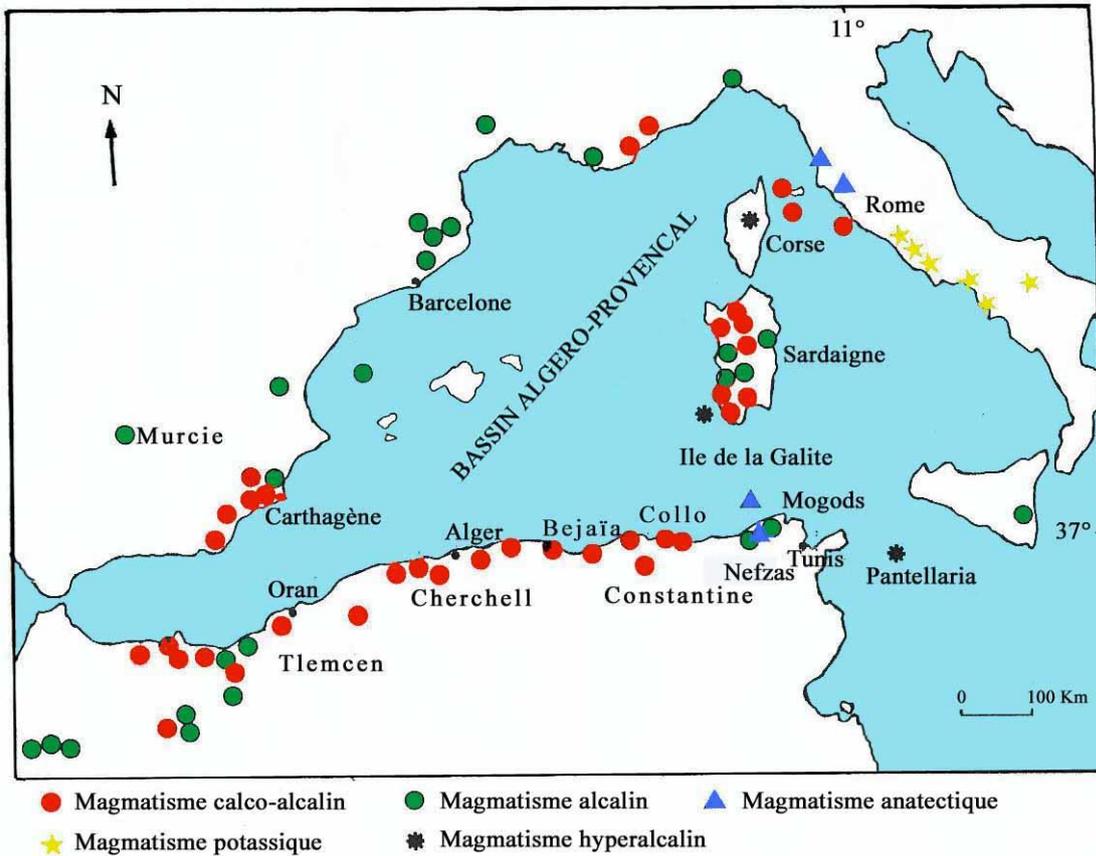


Fig. 2 : La ceinture volcano-métallogénique du Nord algérien

1. Traitement statistique des données analytiques

1.1. Introduction

Le traitement statistique utilisé dans le cadre du présent travail porte sur les résultats de 29 éléments chimiques (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , PAF, Cr, Rb, Ni, Sr, Co, Ba, Sc, V, Nb, Y, Zr, La, Ce, Nd, Eu, Dy, Er, Yb) obtenus de l'analyse chimique de 47 échantillons de roches volcaniques prélevées, réparties sur les massifs sus-cités.

Les données analytiques ont été saisies, rassemblées en un seul tableau du fichier Excel et le logiciel Statistica 8 a été utilisé pour les traitements suivants.

Le traitement mono-variable a été limité au simple calcul des moyennes de teneurs en éléments pouvant éventuellement comparer les secteurs entre eux (Tab N°), celui multivariable a consisté en une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour mettre en évidence les tendances entre les éléments chimiques et enfin une analyse discriminante pour les particularités géochimiques communes que présentent les secteurs.

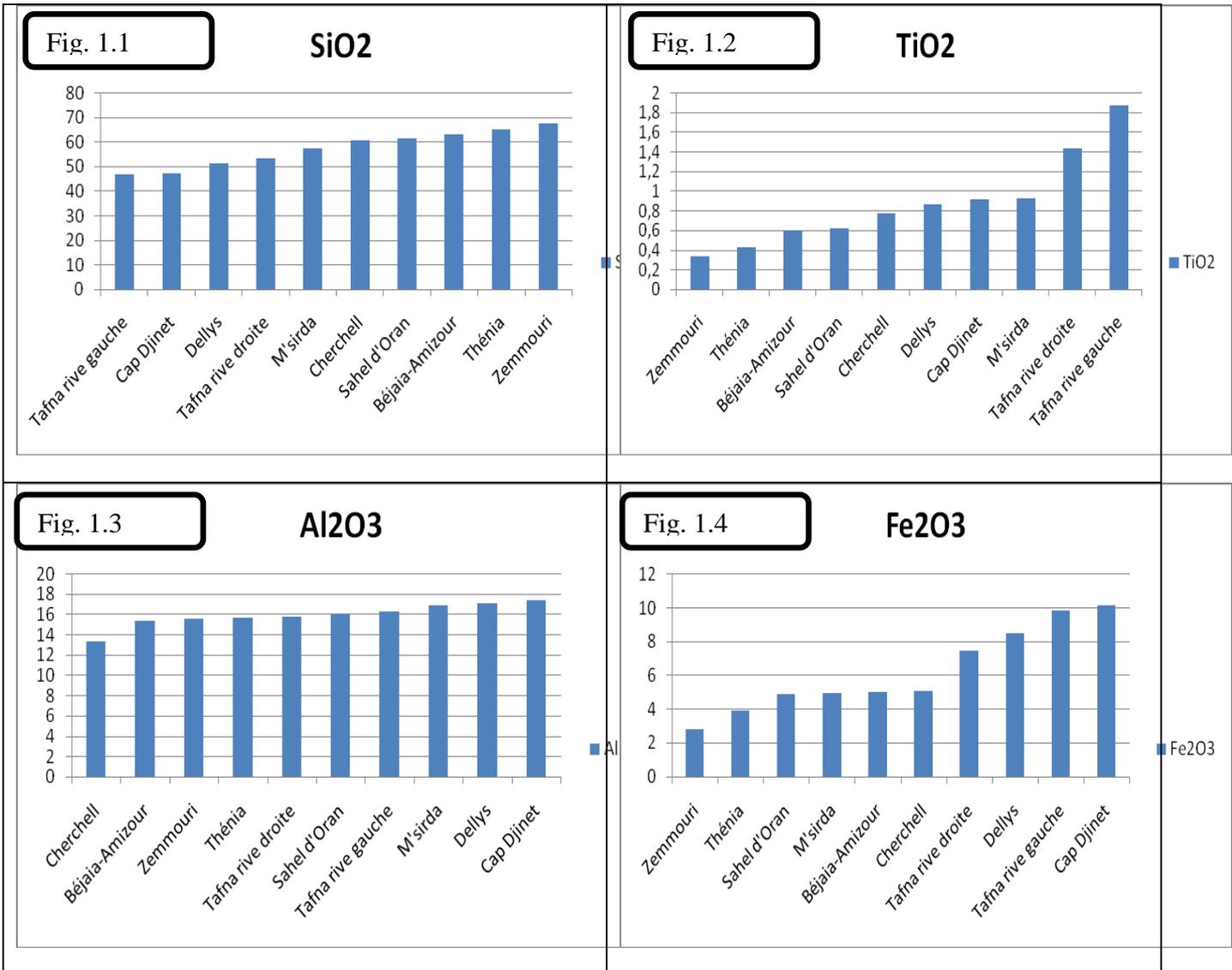
1.2. Traitement monoélémentaire

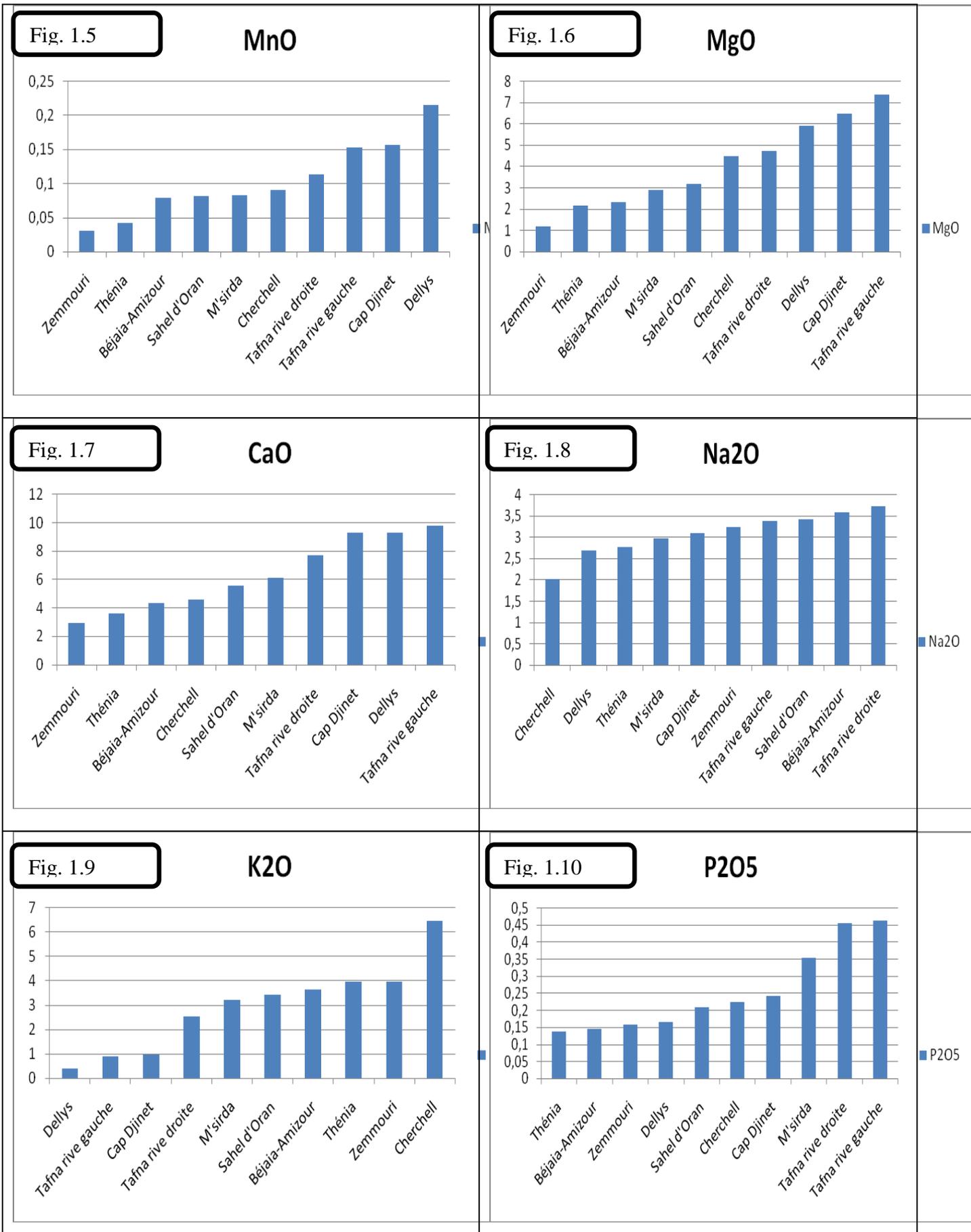
Ce traitement a porté sur le calcul des moyennes de teneurs en éléments chimiques et leurs représentations sous forme d'histogrammes de fréquence.

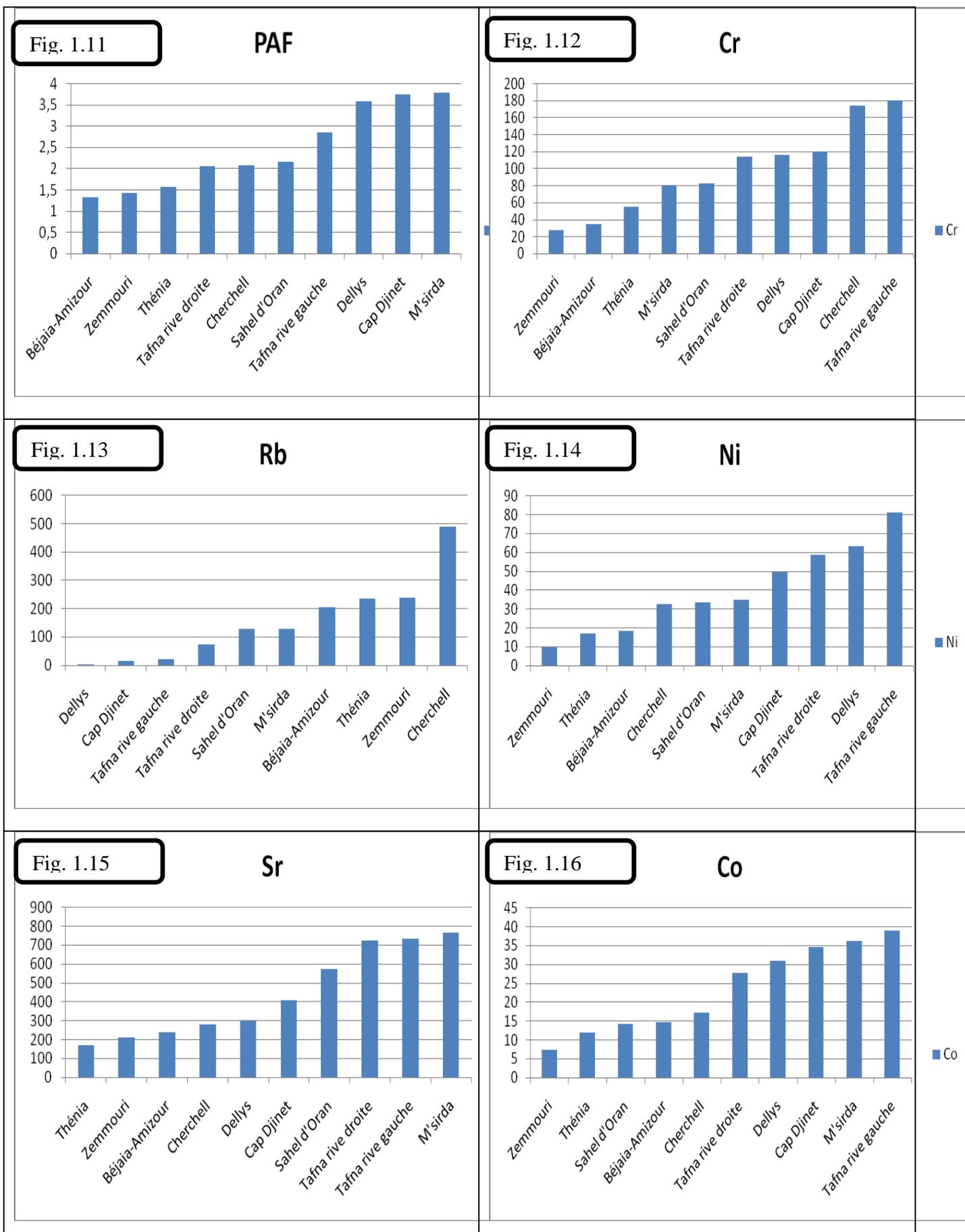
	Tafna rive gauche	Tafna rive droite	Sahel d'Oran	M'sirda	Dellys	Cap Djinet	Thénia	Zemmouri	Béjaia-Amizour	Cherchell
SiO ₂	46,8	53,33333	61,53333	57,66667	51,3	47,46667	65,42	67,8	63,21786	60,65
TiO ₂	1,8775	1,436667	0,617403	0,926667	0,87	0,916667	0,424	0,334	0,599286	0,777209
Al ₂ O ₃	16,3175	15,82333	16,075	16,93333	17,1	17,43333	15,724	15,642	15,44286	13,375
Fe ₂ O ₃	9,8575	7,49667	4,86833	4,95667	8,53	10,16667	3,91	2,816	5,01357	5,085
MnO	0,1525	0,113333	0,081667	0,083333	0,215	0,156667	0,042	0,03	0,078571	0,09
MgO	7,38	4,74	3,203333	2,883333	5,905	6,47	2,17	1,17	2,310714	4,475
CaO	9,825	7,74	5,598333	6,126667	9,335	9,3	3,59	2,96	4,339286	4,6
Na ₂ O	3,3875	3,733333	3,426667	2,973333	2,69	3,103333	2,772	3,236	3,592857	2,015
K ₂ O	0,8875	2,553333	3,416667	3,216667	0,41	0,956667	3,954	3,972	3,660714	6,45
P ₂ O ₅	0,465	0,456667	0,210039	0,353333	0,165	0,243333	0,138	0,158	0,145714	0,225116
PAF	2,8475	2,056667	2,158527	3,8	3,585	3,753333	1,572	1,428	1,322143	2,085581
Cr	180,25	114,6667	82,4167	80,6667	116	120,6667	55,4	27,4	34,6429	174
Rb	20	73	128,8333	129,2333	4,55	15,9333	234,8	237,8	205,7143	490
Ni	81,25	58,66667	33,41667	35	63,5	49,66667	16,8	9,6	18,5	32,74445
Sr	732,5	724,6667	572,3333	764,6667	300	410	168	210,6	236,5714	282
Co	39	27,66667	14,125	36,33333	31	34,66667	12	7,4	14,64286	17,25
Ba	594	652,333	976,667	1621,667	102	167	252	331,4	318,357	990
Sc	26,5	20	13,67439	15,78211	31	27,73333	12,16	7,38	11,92857	15,67317
V	209,5	173,3333	113,7967	117,5935	270	254	65,6	38,8	108,2143	127,3902
Nb	33,475	28,33333	10,80772	14,88211	3,35	3,53333	8,02	7,4	10,21429	12,57317
Y	23,25	24,66667	22	22,66667	22	20,33333	15,38	12,9	22,78572	21
Zr	164	161,3333	139,5667	121,4667	65	51,3333	61	84,68	108,2	108,2
La	27,55	33,5	40,06423	37,29512	7,05	7,4	17,38	18,9	23,60714	24,69268
Ce	60	73,66666	83,05983	75,78632	16,5	17,66667	38,4359	41,8359	48,14286	52,17949
Nd	30	34	33,80894	35,61789	10	11,16667	16,3	16,7	21,71428	23,42683
Eu	1,85	1,683333	1,346951	1,460569	0,925	1,016667	0,77	0,85	0,878571	1,115854
Dy	3,95	4,3	3,346341	3,526016	3,4	3,166667	2,92	2,24	3,485714	3,339024
Er	2,15	2,433333	2,083333	2,066667	2,2	1,966667	1,5	1,49	2,314286	2,05
Yb	1,8325	2,05	8,25833	2,01	2,075	1,78333	21,5	0,99	2,025	1,59

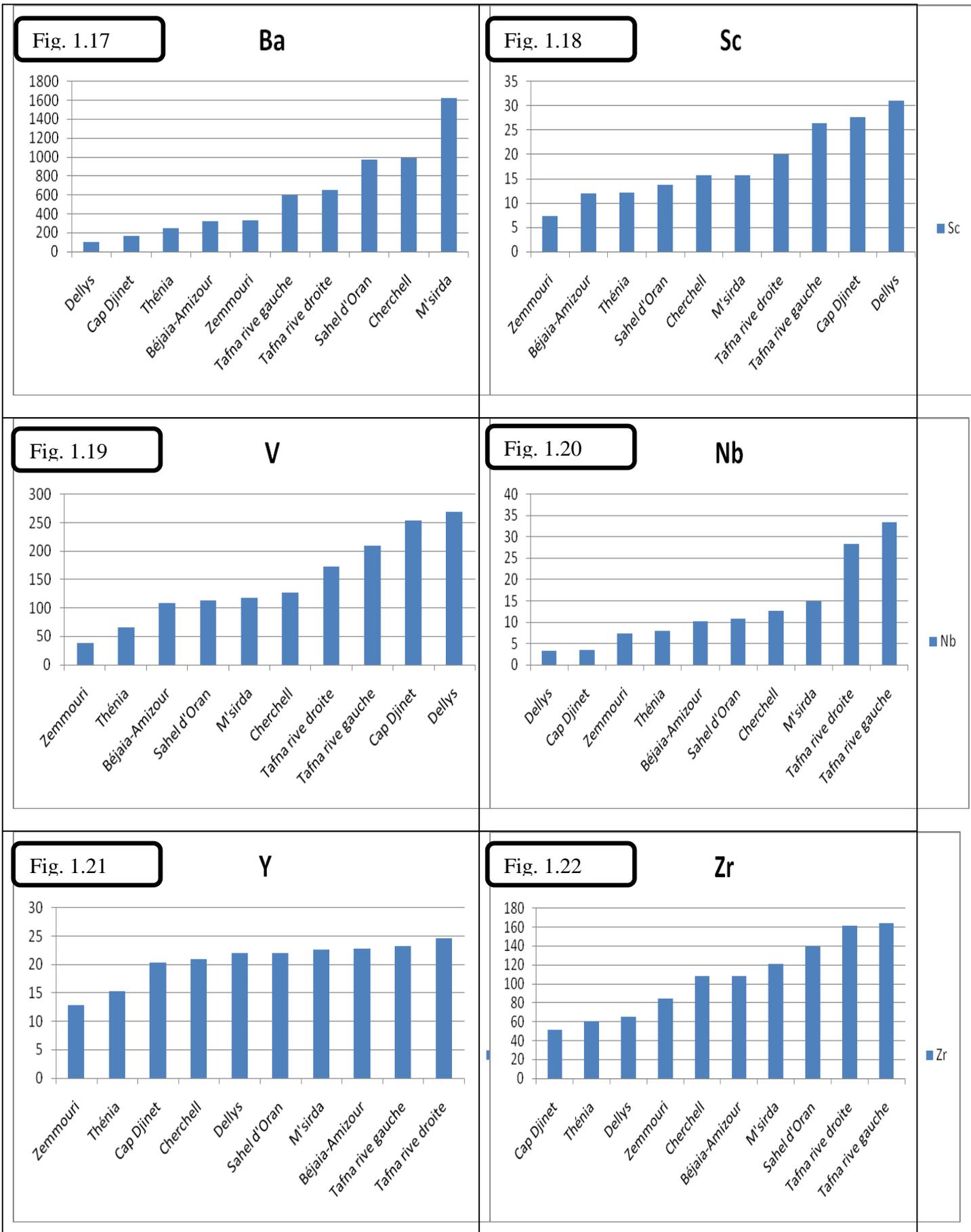
Tab N°2 : Moyennes des teneurs en éléments chimiques.

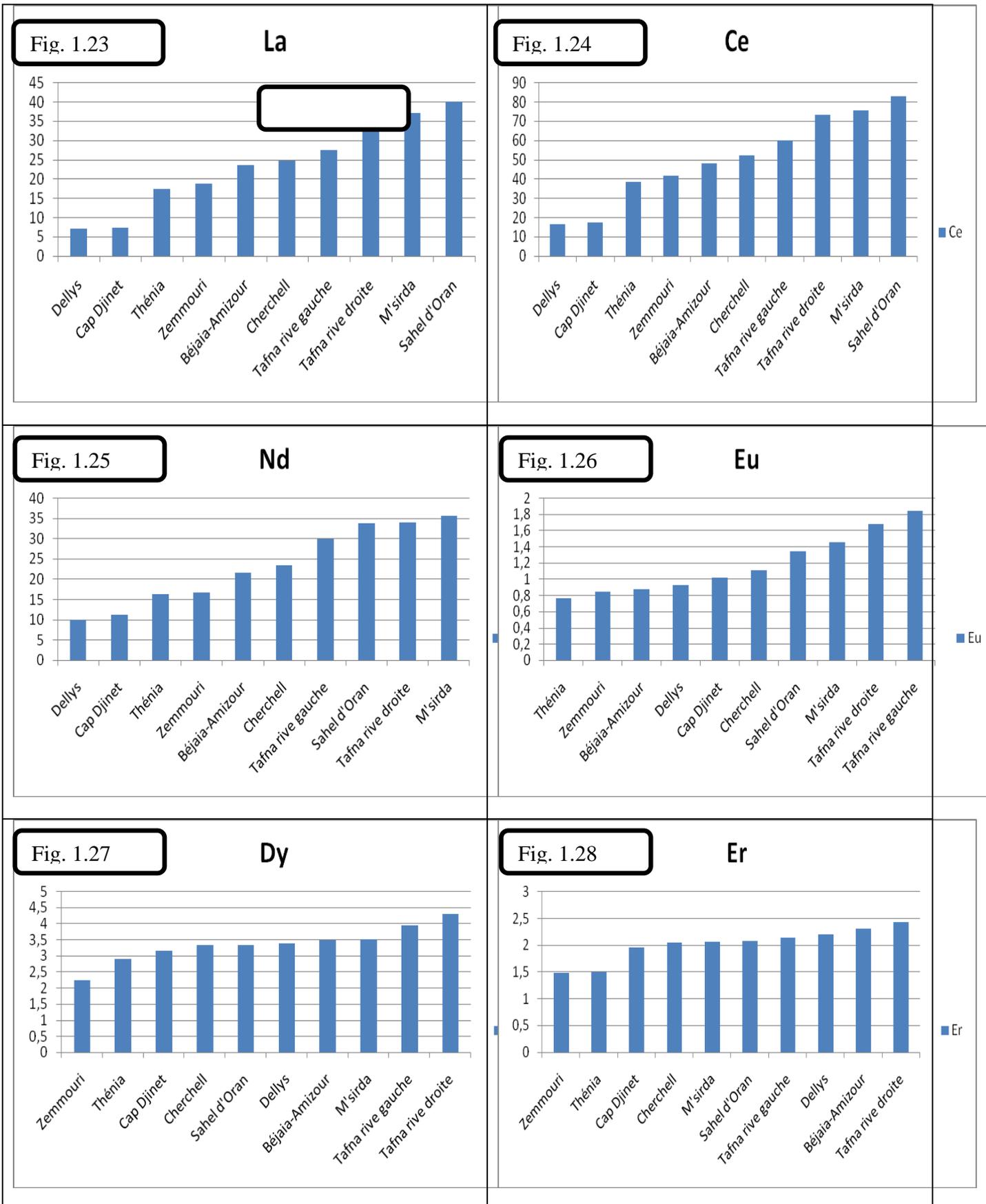
Les histogrammes sont à refaire et à leur présenter du plus petit au plus grand

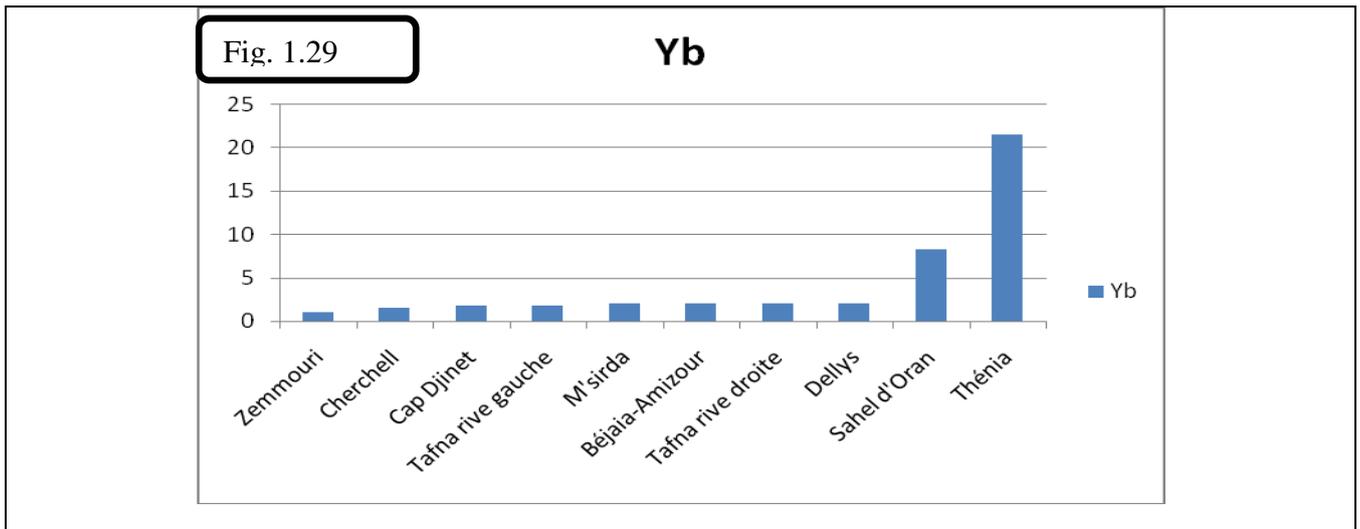












Tab N° .3. Histogrammes des teneurs moyennes en éléments chimiques

1.2.1. Résultats

Sur l'ensemble des données analytiques ; le tableau (Tab N°3) et les figures (3.1 à 3.29) ont permis les constatations suivantes :

-Pour les éléments majeurs, sur l'ensemble des massifs, Dellys, Cap Djinet et Tafna se distinguent par leurs fortes teneurs moyennes en Fe_2O_3 , MnO , MgO et CaO . Ce dernier massif se caractérise, en outre, par de fortes valeurs en TiO_2 et P_2O_5 et Cherchell par le K_2O .

-Parmi les éléments en trace, le Sr et le Co discriminent Tafna, M'sirda en plus du Ba qui caractérise ce dernier massif.

Outre cela, de fortes valeurs moyennes de Cr, Rb sont à observer à Cherchell et Tafna, le V et Sc à Dellys.

-Pour les Terres Rares, Nb, Zr et Eu différencient Tafna, La et Ce M'sirda et le Sahel, d'Oran.

1.2.2. Conclusion des histogrammes

L'élément Ba a permis de discriminer les volcanites encaissant des minéralisations à cuivre, or et argent (Sahel d'Oran, Cherchell et M'sirda) de celles à plomb zinc (Béjaia-Amizour).

Les terres rares (La, Ce et Nd) discriminent les deux secteurs (Sahel d'Oran et M'sirda) et ils semblent montrer, par conséquent, une affinité pour l'or. Ce dernier massif se distingue, en outre, par des plus fortes valeurs de Co.

Le Cr discrimine (Béjaia-Amizour) à plomb zinc où il montre une faible valeur du secteur Cherchell à Cu-Ag caractérisé par une plus forte valeur en cet élément. Ce dernier massif se distingue des autres secteurs par des plus fortes valeurs de K₂O et Rb

Le Sr discrimine (Béjaia-Amizour) et Cherchell de M'sirda qui lui montre les plus fortes valeurs en cet élément.

En conclusion, les éléments utilisés pour la discrimination ont permis, à première vue, de dégager certaines particularités géochimiques de deux types de vulcanites. Un premier type encaissant des minéralisations à Pb-Zn et un deuxième type à Cu-Au et Ag et peuvent, par conséquent servir de traceurs en prospection.

Par ailleurs, d'autres particularités pourraient préciser au sein du deuxième type des volcanites à Cu-Au et Ag les caractéristiques géochimiques particulières telle une minéralisation à Cu-Ag distinguée par de fortes valeurs de K₂O-Rb et à Au-Ag par de fortes valeurs de Co.

1.3 Traitement multivarié

Ce traitement consiste en l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et a comme objectif l'étude des tendances entre les éléments d'une part et ceux-ci avec les massifs en question d'autre part.

	Valeurs propres	% de la variance totale-	Valeurs propres Cumulées	% Cumulés de la variance
1	13,90368	47,94373	13,90368	47,9437
2	7,63057	26,31232	21,53425	74,2560
3	2,45039	8,44961	23,98464	82,7057
4	1,38778	4,78546	25,37243	87,4911
5	1,23143	4,24629	26,60385	91,7374
6	0,73700	2,54138	27,34085	94,2788
7	0,44232	1,52525	27,78318	95,8041
8	0,30052	1,03627	28,08370	96,8403
9	0,23117	0,79715	28,31487	97,6375
10	0,18752	0,64663	28,50239	98,2841
11	0,14457	0,49851	28,64696	98,7826
12	0,12110	0,41760	28,76806	99,2002
13	0,06749	0,23273	28,83555	99,4329
14	0,05326	0,18365	28,88881	99,6166
15	0,04759	0,16411	28,93640	99,7807
16	0,02160	0,07448	28,95800	99,8552
17	0,01693	0,05839	28,97493	99,9136
18	0,01073	0,03701	28,98567	99,9506
19	0,00715	0,02466	28,99282	99,9752
20	0,00383	0,01320	28,99665	99,9884
21	0,00196	0,00676	28,99861	99,9952
22	0,00139	0,00480	29,00000	100,0000

Tab N°.4. Valeurs propres de la matrice de corrélation

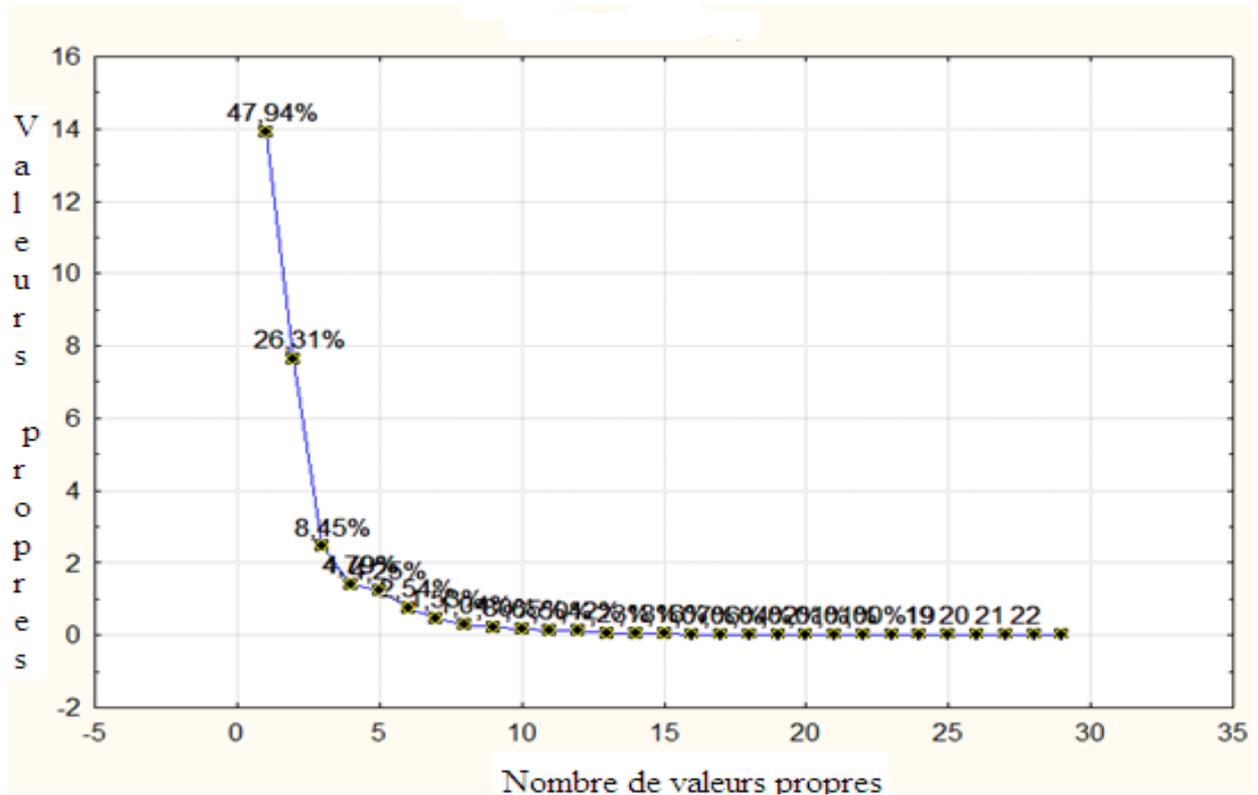


Fig.3 Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation

Le tableau (Tab N°.3.) et le diagramme (fig.3.) des valeurs propres de la matrice de corrélation ont permis de retenir deux facteurs. Ceux-ci expliquant 74 % de la variance globale ; le facteur 1 en explique 47,94% et le facteur 2, 26,31%.

Éléments	Facteur 1	Facteur 2
SiO ₂	0,943152	0,264807
TiO ₂	-0,873307	0,211211
Al ₂ O ₃	-0,406270	-0,384069
Fe ₂ O ₃	-0,904515	-0,272991
MnO	-0,653398	-0,116615
MgO	-0,831130	-0,363103
CaO	-0,888472	-0,299162
Na ₂ O	-0,076819	0,291838
K ₂ O	0,759169	0,453936
P ₂ O ₅	-0,752645	0,407105
PAF	-0,642462	-0,272584
Cr	-0,663569	-0,287862
Rb	0,722672	0,299158
Ni	-0,744949	-0,215968
Sr	-0,712533	0,372108
Co	-0,759804	-0,320709
Ba	-0,142229	0,614351
Sc	-0,810426	-0,399835
V	-0,871726	-0,247187
Nb	-0,492879	0,583622
Y	-0,493538	0,414536
Zr	-0,464944	0,717067
La	-0,144424	0,910507
Ce	-0,180638	0,902248
Nd	-0,339806	0,875259
Eu	-0,733678	0,576474
Dy	-0,533851	0,522923
Er	-0,389442	0,444557
Yb	0,110297	-0,081129

Tab N° 5: Tableau des Facteurs loadings

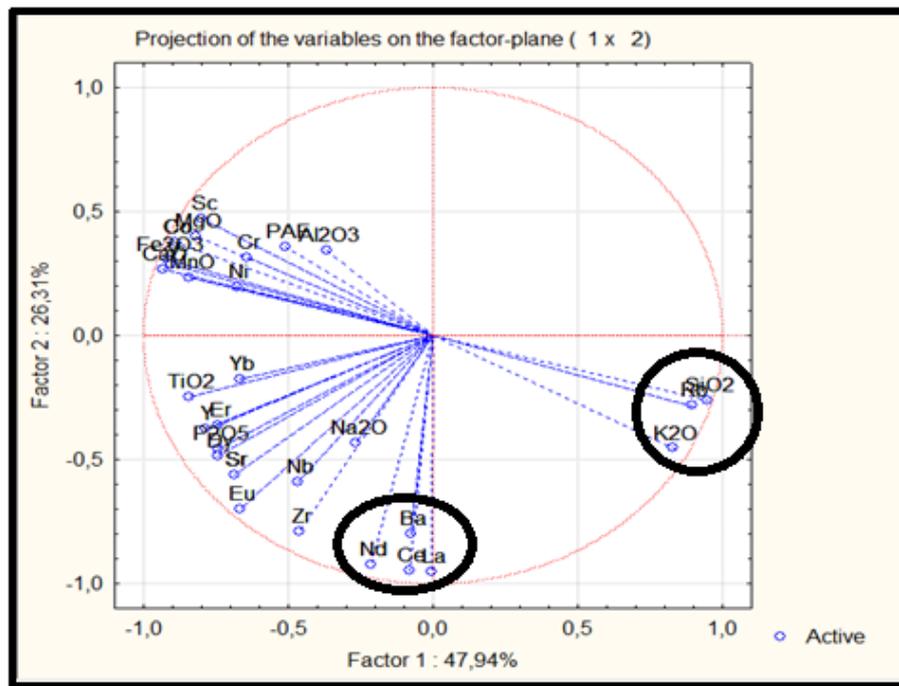


Fig. 4 : Cercle de corrélation (variables et Composantes Principales F1et F2)

Le facteur F1 (facteur lithologique) corrélé positivement avec une première association d'éléments (SiO_2 , K_2O , Rb) concentrés dans les minéraux de fin de cristallisation (pegmatites) et négativement avec une deuxième association d'éléments (TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Sc, V, Eu) incorporé préférentiellement dans les minéraux ferromagnésiens de haute température parfois dans les pegmatites.

Le facteur F2 est minéralogique corrélé négativement avec les terres rares (lanthanides La, Ce et Nd) et dans une moindre mesure (Ba) indique la présence de la monazite, minéral accessoire des pegmatites, résistants à l'altération.

1.4. Analyse discriminante

1.4.1. Introduction

Cette analyse est utilisée pour déterminer les variables (éléments chimiques) qui permettent de discriminer les secteurs. Elle comporte 29 variables afin de voir laquelle ou lesquelles contribuent à la discrimination entre les 10 secteurs.

L'idée de base de cette analyse est de déterminer si des secteurs sont différents par rapport à la moyenne qu'ils prennent sur une variable particulière, et d'utiliser cette variable pour prédire l'appartenance à un secteur (par exemple, pour de nouvelles observations). si les moyennes d'une variable sont significativement différentes entre différents secteurs, nous pouvons en conclure que cette variable discrimine bien ceux ci.

Ce fait nécessite la construction d'un "modèle" qui donnera la meilleure prévision de l'appartenance d'un secteur à un groupe. Par la suite, on utilise les termes "dans le modèle" (ou inclus/présentes dans le modèle) pour désigner les variables qui sont prises en compte dans la prévision de l'appartenance à un groupe, et "pas dans le modèle" (ou exclues/absentes du modèle) pour celles qui ne le sont pas (Tab N°5). Dans le cas de notre étude les variables exclues du modèle sont au nombre de 08 (Tab N°6) et celles incluses dans le modèle au nombre de 21 (Tab N°7).

Variables currently not in the model Df for all F-tests: 9,16						
	Wilks' - Lambda	Partial - Lambda	F to - enter	p-level	Toler.	1-Toler. - (R-Sqr.)
Al2O3	0,000000	0,754299	0,579083	0,795488	0,177648	0,822352
Cr	0,000000	0,732107	0,650527	0,739866	0,066450	0,933550
Ni	0,000000	0,929725	0,134377	0,997778	0,151521	0,848479
Sc	0,000000	0,769190	0,533455	0,829624	0,061164	0,938836
Nb	0,000000	0,745771	0,606035	0,774734	0,075592	0,924408
La	0,000000	0,763832	0,549669	0,817664	0,021828	0,978172
Eu	0,000000	0,683546	0,823041	0,604499	0,049923	0,950077
Yb	0,000000	0,726649	0,668764	0,725444	0,328088	0,671912

Tab N°6. Variables absentes du modèle.

Discriminant Function Analysis Summary Step 21, N of vars in model: 21; Grouping: Secteur (10 grps Wilks' Lambda: ,00000 approx. F (189,160)=4,8559 p<0,0000						
	Wilks' - Lambda	Partial - Lambda	F-remove - (9,17)	p-level	Toler.	1-Toler. - (R- Sqr.)
Rb	0,000001	0,243593	5,86540	0,000897	0,126283	0,873717
Ba	0,000001	0,116786	14,28503	0,000003	0,037101	0,962899
SiO2	0,000000	0,553969	1,52085	0,218216	0,026064	0,973936
Co	0,000001	0,122523	13,52776	0,000004	0,028652	0,971348
Zr	0,000000	0,489833	1,96730	0,109744	0,265646	0,734354
V	0,000000	0,290100	4,62228	0,003278	0,046505	0,953495
P2O5	0,000000	0,577535	1,38172	0,270264	0,104576	0,895424
Er	0,000000	0,616624	1,17439	0,369645	0,115562	0,884439
PAF	0,000000	0,304569	4,31296	0,004665	0,149254	0,850746
MnO	0,000001	0,245650	5,80047	0,000955	0,155725	0,844275
MgO	0,000001	0,240701	5,95857	0,000820	0,079786	0,920214
Dy	0,000000	0,468271	2,14486	0,083854	0,050987	0,949013
Sr	0,000000	0,449486	2,31345	0,065195	0,063515	0,936485
TiO2	0,000000	0,639613	1,06428	0,434267	0,137963	0,862037
K2O	0,000000	0,287096	4,69040	0,003038	0,045423	0,954577
Na2O	0,000000	0,477959	2,06310	0,094872	0,251703	0,748297
Y	0,000000	0,394041	2,90475	0,027919	0,032546	0,967454
Fe2O3	0,000000	0,600455	1,25688	0,326730	0,041185	0,958815
CaO	0,000000	0,610525	1,20499	0,353182	0,075861	0,924139
Ce	0,000000	0,461196	2,20674	0,076419	0,055706	0,944294
Nd	0,000000	0,580673	1,36404	0,277669	0,048051	0,951949

Tab N°.7. Variables du modèle

Le Lambda de Wilks est la discrimination globale utilisée pour indiquer la signification statistique de la puissance discriminatoire du modèle. Ses valeurs s'échelonnent de 1.0 (pas de puissance discriminatoire) à 0.0 (puissance discriminatoire parfaite). Chaque valeur de la première colonne du tableau (Tab N°7) indique la valeur de *lambda* de Wilks après que la variable respective est entrée dans le modèle.

Le Lambda Partiel de Wilks est l'incrément multiplicatif dans *Lambda* qui résulte de l'ajout de la variable respective à la discrimination entre les secteurs. Le Lambda Partiel de Wilks indique que la variable Ba est celle qui contribue le plus, devant la variable Co en second, la variable MgO en troisième, suivies par les variables respectives Rb, MnO, K2O, V, PAF, Y, Sr, Ce, Dy, Na2O, Zr, SiO2, P2O5, Nd, Fe2O3, CaO, Er et enfin la variable TiO2 qui contribue le moins à la discrimination générale. De cette manière, on peut conclure à ce point que Ba et Co sont les variables principales qui nous permettent de faire la distinction entre les différents secteurs. Pour plus d'informations sur la nature de la discrimination, réalisons une analyse canonique.

Analyse Canonique. Nous allons maintenant étudier les fonctions discriminantes pour voir dans quelle mesure les trente variables permettent de discriminer les différents secteurs. *STATISTICA* va calculer différentes fonctions discriminantes indépendantes (orthogonales). Chaque fonction discriminante successive va contribuer de moins en moins au pouvoir discriminant global. Le nombre maximum de fonctions estimable est égal au nombre de variables ou au nombre de secteurs, moins un, selon la valeur la plus faible. Dans ce cas, nous pouvons estimer neuf fonctions discriminantes.

Significativité des composantes : Tout d'abord, déterminons si les neuf fonctions discriminantes (composantes) sont statistiquement significatives.

Chi-Square Tests with Successive Roots Removed						
	Eigen- - value	Canonicl - R	Wilks' - Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	52,45555	0,990602	0,000000	483,5472	189	0,000000
1	25,27773	0,980788	0,000007	362,1922	160	0,000000
2	14,89651	0,968036	0,000183	262,4962	133	0,000000
3	6,12702	0,927194	0,002908	178,1302	108	0,000025
4	4,01431	0,894746	0,020724	118,2314	85	0,010007
5	1,84753	0,805492	0,103919	69,0564	64	0,310560
6	0,79814	0,666235	0,295912	37,1396	45	0,791311
7	0,48051	0,569698	0,532090	19,2437	28	0,890448
8	0,26942	0,460692	0,787763	7,2760	13	0,887373

Tab N°.8. Test du Chi²

Le tableau (Tab N°.8.) teste toutes les composantes canoniques. La première ligne reporte toujours le test de significativité de l'ensemble des composantes ; la seconde ligne reporte la significativité des autres composantes, après avoir enlevé la première composante, et ainsi de suite. Par conséquent, cette feuille de données nous indique le nombre de composantes canoniques (fonctions discriminantes) à interpréter. Dans ce cadre, les neuf fonctions discriminantes (ou canoniques) sont statistiquement significatives. Ainsi, nous allons devoir trouver neuf explications (conclusions) quant à la manière dont les teneurs nous permettent de discriminer entre les dix secteurs.

1.4.2. Coefficients des fonctions discriminantes

Examinons tout d'abord le tableau de données des Coefficients Bruts.

Raw Coefficients for Canonical Variables									
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Rb	0,0058	-0,0389	0,0168	0,00065	-0,0123	-0,0019	-0,0061	0,0083	-0,00449
Ba	-0,0121	-0,0091	-0,0038	0,00085	0,0000	-0,0032	-0,0006	0,0017	-0,00143
SiO2	0,5064	0,1158	-0,6297	0,16918	0,1765	0,3984	-0,1675	0,1551	-0,19870
Co	-0,3317	-0,2219	-0,0272	0,05725	0,0592	-0,0371	0,0252	-0,0433	0,00182
Zr	-0,0133	0,0365	0,0186	-0,01642	0,0120	-0,0048	-0,0082	-0,0051	0,00456
V	0,0208	-0,0706	-0,0074	-0,04825	0,0179	-0,0100	0,0108	-0,0151	0,01419
P2O5	13,8099	-1,0853	5,7624	10,23860	5,9337	-2,9277	5,3739	0,4083	11,86668
Er	1,1553	-0,4495	-1,7377	2,32930	1,0623	-3,5397	-2,2982	1,3015	0,99663
PAF	2,0877	-0,3270	-1,9139	-0,04968	-0,3132	0,1231	0,1574	0,4399	0,07943
MnO	30,9025	27,1263	-11,4567	0,07302	-10,4055	7,1735	-13,9700	1,3868	5,36022
MgO	0,6294	1,7070	0,4428	-0,39853	-0,2281	0,3806	-0,2813	0,0425	0,07852
Dy	-0,5298	-0,4138	-2,9207	3,16324	-0,3180	0,9822	1,0584	-2,4356	-1,23205
Sr	-0,0051	0,0162	0,0001	-0,00261	-0,0028	0,0106	-0,0006	-0,0018	-0,00173
TiO2	0,7671	1,1930	-0,0647	2,57925	-3,3804	-1,4868	-3,0383	0,8110	-1,22446
K2O	0,7381	2,6586	2,2066	-1,37833	-0,2268	0,1152	1,5298	-0,7291	0,59671
Na2O	1,3764	0,0816	2,0888	-0,77830	0,9213	-2,1338	1,7528	0,9030	0,17174
Y	-0,3833	0,3523	0,4341	-0,63796	0,0060	0,1824	-0,0434	-0,0014	0,04141
Fe2O3	1,3275	0,1264	-1,0869	0,27254	-0,0916	0,7876	0,4574	1,0761	-1,09408
CaO	0,3512	0,8639	0,6655	0,12706	-0,2658	0,0239	0,0897	-0,0404	0,04031
Ce	-0,0573	0,0741	-0,0345	-0,08750	-0,0062	0,1226	-0,0004	0,0026	0,03686
Nd	0,1385	-0,2239	0,0925	0,13975	0,0268	-0,2587	0,0161	0,0515	-0,10147
Constant	-39,6120	-18,7335	31,1490	-1,88643	-10,3223	-21,9736	1,6821	-11,7880	14,29604
Eigenval	52,4555	25,2777	14,8965	6,12702	4,0143	1,8475	0,7981	0,4805	0,26942
Cum.Prop	0,4941	0,7322	0,8725	0,93021	0,9680	0,9854	0,9929	0,9975	1,00000

Tab N°9. Coefficients bruts des variables canoniques.

Standardized Coefficients (Khellaf) for Canonical Variables									
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Rb	0,32314	-2,17189	0,93924	0,03615	-0,68838	-0,10356	-0,34265	0,46491	-0,25075
Ba	-3,76182	-2,83534	-1,18943	0,26624	0,00426	-1,00225	-0,18088	0,52785	-0,44684
SiO2	2,31722	0,53003	-2,88134	0,77410	0,80755	1,82316	-0,76653	0,70982	-0,90918
Co	-4,54072	-3,03731	-0,37239	0,78369	0,81107	-0,50832	0,34433	-0,59260	0,02491
Zr	-0,39511	1,08184	0,55236	-0,48640	0,35665	-0,14082	-0,24325	-0,15009	0,13505
V	0,92417	-3,13037	-0,32619	-2,14067	0,79238	-0,44266	0,47856	-0,67043	0,62939
P2O5	1,41274	-0,11102	0,58949	1,04740	0,60702	-0,29950	0,54975	0,04177	1,21395
Er	0,45771	-0,17808	-0,68845	0,92282	0,42087	-1,40238	-0,91051	0,51564	0,39484
PAF	1,59543	-0,24992	-1,46265	-0,03796	-0,23938	0,09404	0,12032	0,33618	0,06070
MnO	1,52799	1,34127	-0,56648	0,00361	-0,51451	0,35470	-0,69075	0,06857	0,26504
MgO	1,01151	2,74336	0,71158	-0,64047	-0,36651	0,61167	-0,45214	0,06828	0,12620
Dy	-0,37801	-0,29520	-2,08380	2,25684	-0,22685	0,70077	0,75515	-1,73767	-0,87901
Sr	-0,78908	2,49502	0,01942	-0,40183	-0,43503	1,63445	-0,09804	-0,27756	-0,26652
TiO2	0,25918	0,40308	-0,02186	0,87149	-1,14216	-0,50238	-1,02659	0,27402	-0,41372
K2O	0,75837	2,73165	2,26722	-1,41622	-0,23306	0,11834	1,57189	-0,74919	0,61312
Na2O	0,57844	0,03431	0,87783	-0,32709	0,38717	-0,89676	0,73664	0,37950	0,07218
Y	-1,83425	1,68619	2,07761	-3,05328	0,02860	0,87283	-0,20787	-0,00690	0,19819
Fe2O3	2,05518	0,19568	-1,68275	0,42194	-0,14186	1,21930	0,70817	1,66600	-1,69384
CaO	0,69027	1,69775	1,30795	0,24971	-0,52246	0,04693	0,17624	-0,07948	0,07922
Ce	-1,09857	1,42207	-0,66280	-1,67882	-0,11825	2,35221	-0,00694	0,04915	0,70714
Nd	1,09756	-1,77414	0,73279	1,10714	0,21231	-2,04947	0,12781	0,40837	-0,80389
Eigenval	52,45555	25,27773	14,89651	6,12702	4,01431	1,84753	0,79814	0,48051	0,26942
Cum.Prop	0,49409	0,73218	0,87249	0,930210	0,96802	0,98542	0,99294	0,99746	1,00000

Tab N°.10. Coefficients standardisés (Centrés-Réduits) des variables.

Le terme "bruts" signifie ici que les coefficients peuvent être utilisés directement avec les valeurs observées pour calculer les scores des fonctions discriminantes. Les coefficients standardisés sont ceux qui sont habituellement utilisés pour l'interprétation, parce qu'ils se rapportent aux variables centrées-réduites et font donc référence à des échelles comparables. Ainsi, la première fonction discriminante est essentiellement définie par le Co et le Ba respectivement (Tab N°.10.). Les autres variables contribuent également à cette fonction. La seconde fonction semble plutôt marquée par l'ensemble des variables à l'exception Na₂O, la troisième Sr et TiO₂ Tab N°.9. etc... La *Proportion Cumulée* de variance expliquée par chaque fonction montre que la première fonction explique plus de 49% de la variance expliquée ; c'est-à-dire que plus de 49% du pouvoir discriminant total est expliquée par cette fonction.. Les 51% restantes de variance sont expliquées par huit autres fonctions discriminantes ce qui revient à dire que la première fonction est donc la plus importante.

1.4.3. Moyennes des variables canoniques

Pour déterminer la nature de la discrimination pour chacune des composantes canoniques, examinons

Tout d'abord les moyennes canoniques

Means of Canonical Variables (Khellaf.sta)									
	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Tafna rive gauche	-0,2556	8,18771	-0,69005	2,28784	-3,09143	-0,72235	-0,78462	0,59228	-0,452100
Tafna rive droite	-2,0281	8,06989	1,73677	1,25664	-0,28742	-0,61210	1,17881	-1,26805	0,916888
Sahel d'Oran	-6,3725	4,05410	-0,63420	-3,14268	0,91808	1,88093	-0,08439	0,29591	-0,004397
M'sirda	-18,8138	-6,70446	-5,01292	1,66025	-0,29121	-1,22625	0,18679	-0,03950	0,018350
Dellys	10,2465	-2,18864	-9,24468	-2,15317	-0,72398	-0,13006	-2,06552	-0,97299	0,650892
Cap Djinet	9,3981	-1,66306	-5,36699	-1,92655	-1,39524	-0,50738	2,07888	0,74506	-0,071776
Thénia	3,2599	-3,15542	-0,09506	2,94399	-0,26251	2,09567	0,28384	-0,70067	-0,540455
Zemmouri	3,0032	-2,38672	1,63969	2,72532	1,22759	0,51685	-0,29832	0,97783	0,770125
Béjaia-Amizour	1,7827	-0,53370	1,88759	-0,72939	1,45593	-1,04246	-0,14178	-0,11374	-0,279228
Cherchell	-1,5882	-8,31136	8,41735	-3,54755	-5,49082	0,21650	-0,25010	-0,15231	0,351727

Tab N°.11. Moyennes des variables canoniques.

Apparemment, la première fonction discriminante permet surtout de discriminer **M'sirda** des autres secteurs. La moyenne canonique de **M'sirda** est très différente de celle des autres secteurs. La seconde fonction discriminante semble surtout distinguer **Tafna** et **Cherchell** des autres secteurs. La troisième **Dellys** et **Cherchell** ; cependant, l'importance des discriminations successives sont nettement inférieures.

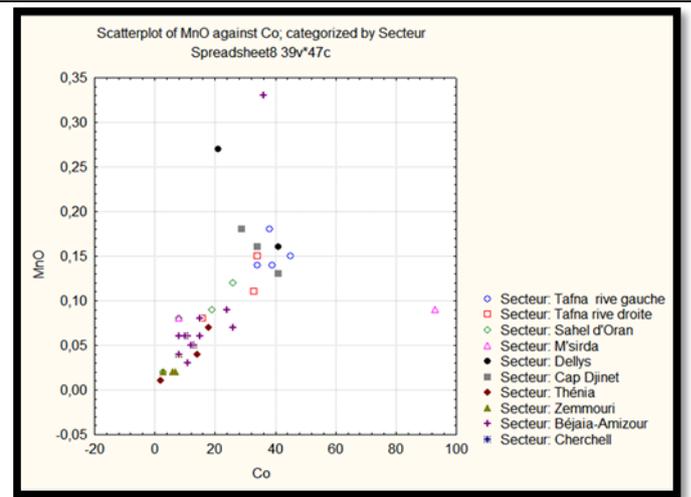
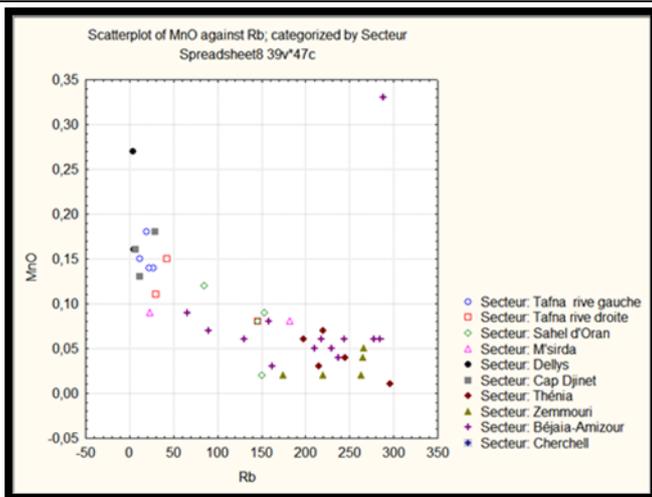


Fig. 5. Diagramme Rb-MnO catégorisé par secteur.

Fig. 6. Diagramme Co-MnO catégorisé par secteur.

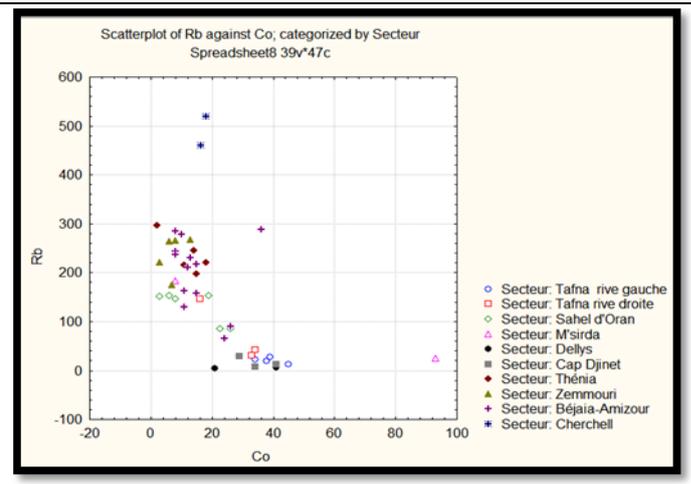
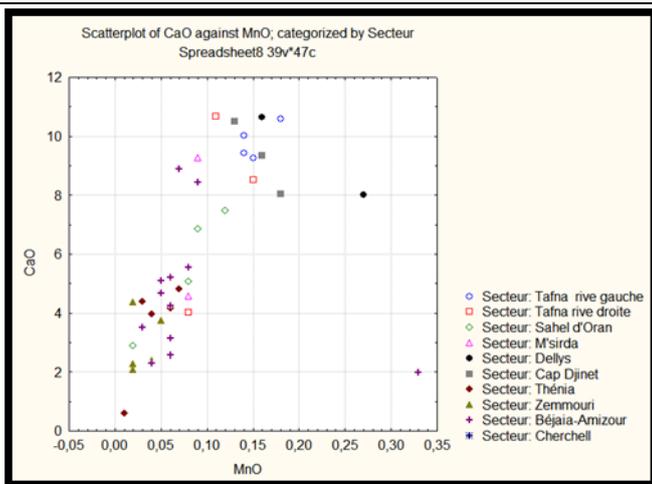


Fig. 7. Diagramme MnO -CaO catégorisé par secteur.

Fig. 8. Diagramme Co- Rb catégorisé par secteur.

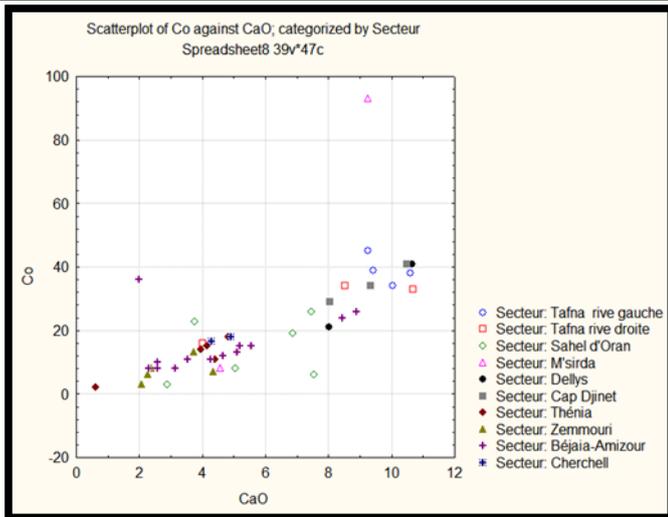


Fig.9.Diagramme CaO –Co catégorisé par secteur.

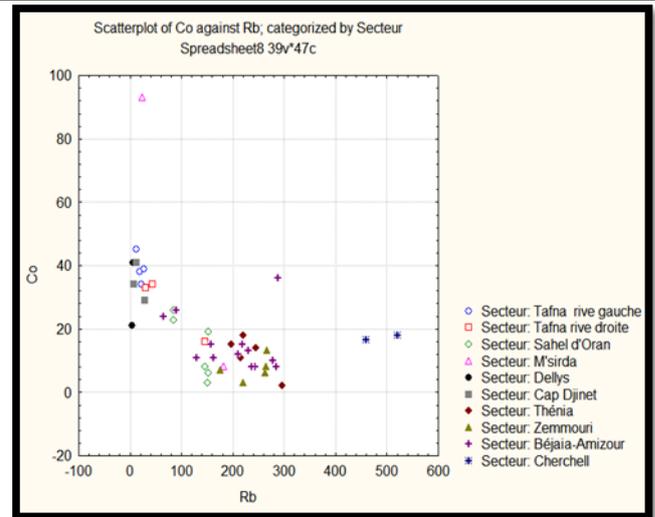


Fig.10.Diagramme Rb–Co catégorisé par secteur.

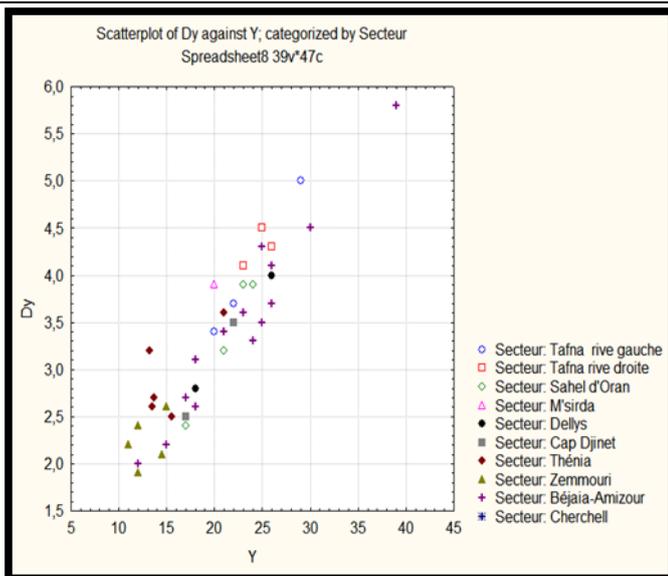


Fig.11.Diagramme Y–Dy catégorisé par secteur.

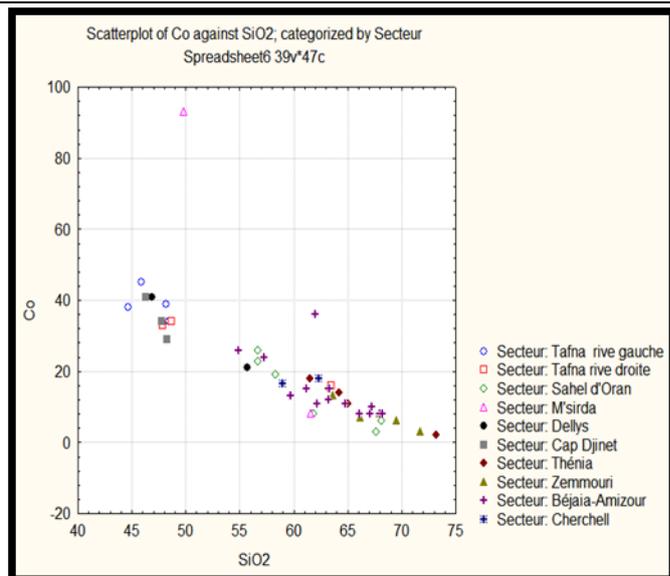
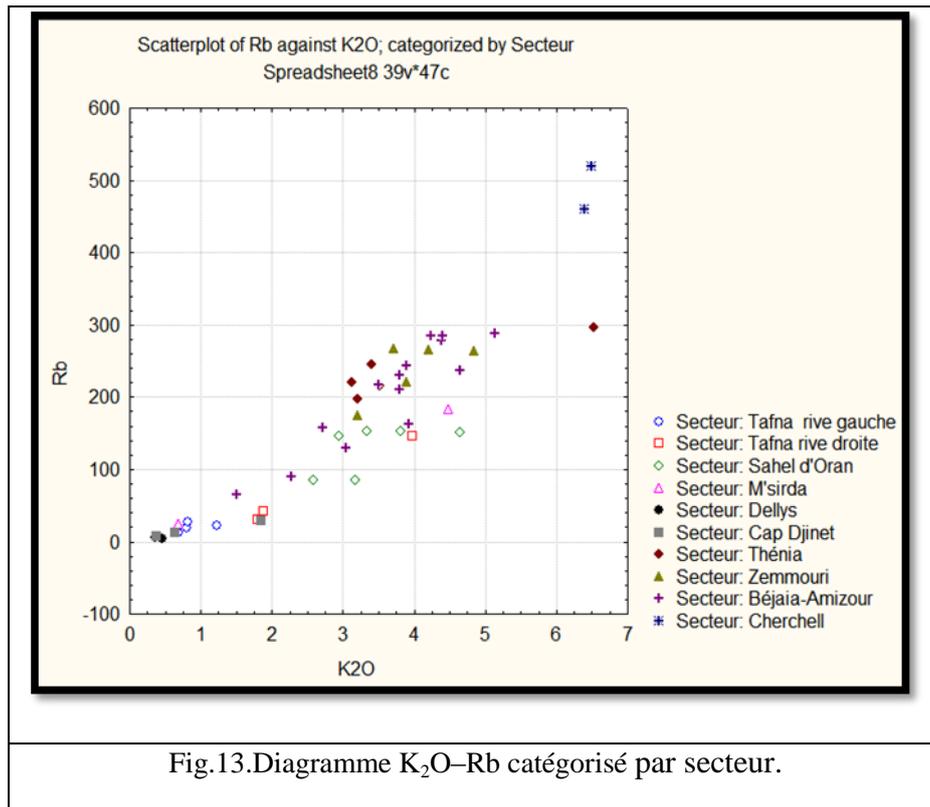


Fig.12.Diagramme SiO₂–Co catégorisé par secteur.



Les diagrammes (Fig.5 à 13.) ne montrent corrélation entre les variables (Rb-MnO, Co-MnO, MnO-CaO, Rb-Co, CaO -Co, SiO₂-Co, Y-Dy, K₂O-Rb) à l'intérieur des secteurs. Ainsi, on peut conclure qu'il s'agit d'une distribution multi-modale à l'intérieur de chaque secteur.

Toutefois, l'on peut reconnaître que les diagrammes (Fig.5 à 13) mettent en évidence des discriminations de 47 échantillons sur les 10 secteurs sur la base des éléments chimiques où SiO₂-K₂O-Rb discriminent nettement concentrés dans les minéraux de fin de cristallisation (pegmatites).

Nature de la discrimination permet surtout de discriminer **M'sirda**, **Sahel d'Oran**, **Tafna** et **Chercell** des autres secteurs dans l'analyse canonique.

Quelques échantillons renferment des teneurs en Rb et Co permettant une discrimination de **Béjaia-Amizour**, **Zemmouri**, **Thénia** sur les autres secteurs.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion générale, l'étude géochimique au nord de l'Algérie a permis les résultats suivants :

L'analyse des données de surface montre un enrichissement relatif des éléments SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , PAF, Cr, Rb, Ni, Sr, Co, Ba, Sc, V, Nb, Y, Zr, La, Ce, Nd, Eu, Dy Er, Yb.

Les éléments utilisés pour la discrimination ont permis, à première vue, de dégager certaines particularités géochimiques de deux types de vulcanites. Un premier type encaissant des minéralisations à Pb-Zn et un deuxième type à Cu-Au et Ag et peuvent, par conséquent servir de traceurs en prospection.

Corrélié positivement avec une première association d'éléments (SiO_2 , K_2O , Rb) concentrés dans les minéraux de fin de cristallisation (pegmatites) et négativement avec une deuxième association d'éléments (TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Sc, V, Eu) incorporé préférentiellement dans les minéraux ferromagnésiens de haute température parfois dans les pegmatites.

Minéralogique corrélié négativement avec les terres rares (lanthanides La, Ce et Nd) et dans une moindre mesure (Ba) indique la présence de la monazite, minéral accessoire des pegmatites, résistants à l'altération.

Le Lambda Partiel de Wilks indique que la variable Ba est celle qui contribue le plus

Bibliographie

- Aissa D.E. 1996. Les minéralisations du massif cristallophyllien de l'Edough-Annaba. Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB, Alger, 420 p
- Ait Hamou, F. 1987. Etude pétrologie et géochimique du volcanisme d'âge miocène de la région de Hadjout (Ouest-Algérois). Thèse Magister, USTHB, Alger, 193 p.
- Auzende, J. M. 1978 Histoire tertiaire de la Méditerranée occidentale, CNERO Centre, Océan. de Bretagne, départ. Scient. Rapport Ann. d'activ., p. 83-87.
- Belanteur, O. 1989. Pétrologie des roches magmatiques néogènes de Thenia. Thèse Magister, USTHB, Alger, 125 p.
- Belanteur, O., Bellon. H. Maury R. C., Ouabadi, A., Coutelle, A., Semroud, B., Megartsi, M., Fourcade, S. 1995. Le magmatisme miocène de l'Est Algérois : géologie, géochimie et géochronologie ^{40}K - ^{40}Ar , Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série IIa 321, 489-496.
- Belon, H. 1976. Les séries Magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparés dans leur cadre géochronométrique: Implication géodynamiques. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 367p.
- Benali H., Semroud B. et Kolli O., 2003. Caracteristiques des dômes périphériques du complexe magmatique d'El Aouana (Jijel, Algérie). Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 14, 3-14.
- Benali, 1994. Les dômes périphériques du massif volcanique d'El Aouana (Pétrographie, géochimie, minéralogie, pétrogenèse). Thèse Magister, USTHB, Alger, 100 p
- Benali, H., Semroud, B. 1998. Les dômes périphériques du massif volcanique de El Aouana (Pétrographie, géochimie, minéralogie, pétrogenèse). Quatrième conférence internationale de Géologie du monde arabe, Caire, Egypte, 21-25 /02/1998
- Benali, H., Semroud, B., Belanteur, O. 1999. Sur la présence d'Adakites à El Aouana (Algérie) première conférence internationale de Géologie africaine, Assiut, Egypte, 23-25 /11/1999
- Bouillin, J. P. 1977 Géologie Alpine de la petite-kabylie dans les régions de Collo et d'El-Milia. (Algérie). Thèse es sciences, Paris, 509 p; 127 fig; pl. h. t. 1 carte au 1/100. 000. Mem. Géol. Fr.
- Bouillin, J. P. 1986 Le "bassin maghrébin" : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes, Bull. Soc. Géol. France, 8, 4, p. 547-558
- Cabanis, B. et Lecolle, M. (1989) Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crûstale. C. R. Acad. Sci. Paris 309, série II, 2023-2089
- Campbell, I.H., Coad P., Franklin .M., Gorton M.P., Scoot S.D., Soww J. & Thurston P.C. 1982. rare earth elements in volcanic rocks associated with Cu-Zn massive sulphide mineralization: a preliminary report. Can. Journ. of Earth Sci., 19, 619-623.
- Conhen, C. R. 1980 Plate tectonique model for the Oligo-Miocene evolution of the western Mediterranean. Tectonophysics. 68, pp. 283-311.
- Defant, M.J. & Drumond, M.S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted oceanic lithosphere. Nature. 347, 662-665.

- Durand-Delga M. (1969). Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Géol. Algérie, n°39, 89-131.
- Glaçon J. 1971. Le gisement de Cavallo (ElAouana), Algérie. Bullutin du BRGM, 2, Section II, 6, p. 69-78.
- Louni-Hacini A., Bellon. H., Maury R. C., Megartsi, M., Coulon, C., Semroud, B., Cotten, J., Coutelle, A. 1995. Datation ^{40}K - ^{40}Ar de la transition du volcanisme calco-alkalin en Oranie au Miocène supérieur, Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série Ila 975-982.
- Mahdjoub, Y. 1991 Cinématique des déformations et évolution P.T anté-alpines et alpines en Petite Kabylie (Algérie nord orientale). Un modèle d'évolution du domaine tellien interne. Thèse Doct. état. U. S. T. H. B.
- Maury R.C., Fourcade S., Coulon, C., El Azzouzi M., Bellon. H., Coutelle A., Ouabadi A., Semroud B., Megartsi, M., Cotten, J., Belanteur O., Louni-Hacini A., Piqué A., Capdevilla R., Hernandez j., Réhault J.P., 2000. Post-collisional neogene magmatisme of the mediterranean Maghreb margin : consequence of a slab breakoff. Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série Ila, 331 : 159-173.
- Megartsi, M. 1985. Le volcanisme mio-plio-quatenaire de l'Oranie nord occidentale. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger, 296 p.
- Obert, D. 1981 Géologie des Babor (Algérie) ; importance de la paléotectonique alpine dans l'orogène alpine. Revue de géol. Dynamique et de géographie physique. Vol. 25, Fasc. 2, pp 99-117, Paris. 81.
- Ouabadi, A. 1994. Pétrologie, géochimie, et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (cap Bougaroun, Beni Toufout, et Filfila) Algérie Nord-orientale. Thèse doctorat ès sciences, USTHB, Alger. 257 p
- Ouabadi, A. 1987. Etude pétrologique du complexe magmatique du cap Bougaroun. Thèse Magister, USTHB, Alger, 169p
- Oyarzun R., Marquez A., Lillo J. Lopez I. & Rivera S. 2001. Giant versus small porphyry cooper deposits of cenozoic age of northern Chile: Adakite versus normal calc-alkaline magmatisme. Miner. Deposita 36, 794-798
- Sajona F.G. 1995. Fusion de la croûte océanique en contexte de subduction/collision.. Thèse De Doctorat de UBO, Brest, 210 p.
- Sajona F.G. & Maury R. C. 1997. Association of adakites with gold and cooper mineralization in Philippines. Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, 326,27-34.
- Semroud, B. 1981. Evolution pétrologique du complexe magmatique néogène de la région de Béjaïa-Amizour Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger, 263p.
- Semroud, B. 1993. Caractères pétrologiques des laves miocènes de la région de Béjaïa-Amizour (ALGERIE) Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 4, 55-64.
- Semroud, B., Maury, R. C., Ouabadi, A., Cotten, J., Fourcade, S., Fabriès. J., Gravelle, M. 1994. Géochimie des granitoïdes miocènes de Béjaïa Amizour (Algérie du Nord). Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série II 319, 95-102.
- Sun, S. S. et Mc Donough, W. F. 1989. Chimical and isotopic systematics of oceanic basalts : implications for mantle composition and processes, in : Saunders A.D. and Norry, M. J. (Eds), Magmatisme in ocean basins, geol. Soc. London spec. Publications, 42, 313-345.

Thiéblemon, D., Stein G., Lescuyer J.L. 1997. Gisements épithermaux et porphyriques : la connection adakite. *Compte rendu de l'académie des sciences. Paris*, 325,103-10

Liste des figures

Fig. 1 : Carte structurale schématique de la chaîne alpine.....	4
Fig. 2 : La ceinture volcano-métallogénique du Nord algérien	7
Fig. 3 Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation.....	19
Fig. 4 : Cercle de corrélation (variables et Composantes Principales F1 et F2).....	22
Fig. 5. Diagramme Rb-MnO catégorisé par secteur	27
Fig. 6. Diagramme Co-MnO catégorisé par secteur	27
Fig. 7. Diagramme MnO-CaO catégorisé par secteur.....	27
Fig. 8. Diagramme Co- Rb catégorisé par secteur	27
Fig. 10. Diagramme Rb-Co catégorisé par secteur	28
Fig. 9. Diagramme CaO -Co catégorisé par secteur.....	28
Fig. 12. Diagramme SiO ₂ -Co catégorisé par secteur.....	28
Fig. 11. Diagramme Y-Dy catégorisé par secteur	28
Fig. 13. Diagramme K ₂ O-RB catégorisé par secteur	29

Liste des tableaux

Tab N°2 : Moyennes des teneurs en éléments chimiques.....	11
Tab N° .3. Histogrammes des teneurs moyennes en éléments chimiques	17
Tab N° .4. Valeurs propres de la matrice de corrélation.....	19
Tab N° 5: Tableau des Facteurs loadings.....	21
Tab N° .6. Variables absentes du modèle.	23
Tab N° .7. Variables du modèle.....	24
Tab N° .8. Test du Chi ²	25
Tab N° .9. Coefficients bruts des variables canoniques.....	26
Tab N° .10. Coefficients standardisés (Centrés-Réduits) des variables.....	27
Tab N° .11. Moyennes des variables canoniques	28

ANNEXE

	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	PAF	Cr	Rb	Ni	Sr	Co	Ba	Sc	V	Nb	Y	Zr	La	Ce	Nd	Eu	Dy	Er	Yb	Secteur
1	44,7	3,22	15,3	11,3	0,18	5,96	10,6	3,67	0,81	0,77	3,02	135	19	85	965	38	915	21	280	87	29	255	53	108	46	2,9	5	2,4	1,9	Tafna rive gauche
2	48,2	1,43	17,2	9,51	0,14	7,16	9,42	3,48	0,82	0,23	2,45	180	27	36	644	39	246	30	176	10,7	22	117	14,2	32	19	1,35	3,7	2	1,9	Tafna rive gauche
3	45,9	1,49	15,68	9,5	0,15	9,57	9,25	3,15	0,69	0,48	3,81	291	12	165	775	45	655	26	197	21	20	146	24	54	31	1,7	3,4	2	1,63	Tafna rive gauche
4	48,4	1,37	17,09	9,12	0,14	6,83	10,03	3,25	1,23	0,38	2,11	115	22	39	546	34	560	29	185	15,2	22	138	19	46	24	1,45	3,7	2,2	1,9	Tafna rive gauche
5	47,9	1,55	15,5	8,05	0,11	5,5	10,67	3,35	1,8	0,71	3,74	125	30	50	1200	33	1025	27	235	20	23	176	34	72	39	1,95	4,1	2,3	1,8	Tafna rive droite
6	48,7	1,96	17,15	9,87	0,15	6,24	8,53	4,01	1,89	0,46	0,98	126	43	66	700	34	632	22	212	31,5	25	168	28,5	66	31	1,95	4,5	2,5	2,1	Tafna rive droite
7	63,5	0,8	14,82	4,57	0,08	2,48	4,02	3,84	3,97	0,2	1,45	93	146	60	274	16	300	11	73	33,5	26	140	38	83	32	1,15	4,3	2,5	2,25	Tafna rive droite
8	56,7		17	6,95		5,8	3,77	3,17	3,17			151,5	85	61	480	22,8	850				24								21,1	Sahel d'Oran
9	68,1		17	3		1,5	7,54	3,81	3,81			16	153	6,5	700	6	1290				24								21,1	Sahel d'Oran
10	56,7	0,68	14,9	6,97	0,12	5,86	7,47	3,17	2,59	0,21	1,37	225	85	84	570	26	850	23	175	7,2	24	141	43	87	37	1,5	3,9	2,4	2,1	Sahel d'Oran
11	58,3	0,69	15,5	5,75	0,09	3,9	6,86	3,36	3,33	0,26	2,36	81	153	37	700	19	900	18	145	12,5	23	196	52	115	49	1,75	3,9	2,5	2	Sahel d'Oran
12	61,8	0,49	16,9	3,97	0,08	1,36	5,06	3,67	2,95	0,21	3,12	17	146	7	564	8	1010	6,2	74	10,5	21	206	53	105	39	1,45	3,2	2	1,95	Sahel d'Oran
13	67,6	0,29	15,15	2,57	0,02	0,8	2,89	3,38	4,65	0,13	1,93	4	151	5	420	3	960	3,5	34	9,5	17	78	43	87	31	1,15	2,4	1,5	1,3	Sahel d'Oran
14	61,6	0,7	16,65	3,51	0,08	2,1	4,56	2,7	4,48	0,41	2,88	19	182	5	890	8	2300				20								1,68	M'sirda
15	49,8	1,38	17,5	7,85	0,09	4,45	9,26	3,52	0,69	0,24	5,64	204	23,7	95	512	93	265				28								2,75	M'sirda
16	61,6	0,7	16,65	3,51	0,08	2,1	4,56	2,7	4,48	0,41	2,88	19	182	5	892	8	2300	16	98	19,5	20	148	62,5	123	60	2,15	3,9	2,1	1,6	M'sirda
17	46,9	0,76	16,2	9,3	0,16	9	10,65	1,88	0,36	0,13	5,18	214	5	94	200	41	77	37	250	3	18	46	5	12	7	0,8	2,8	1,9	1,7	Dellys
18	55,7	0,98	18	7,76	0,27	2,81	8,02	3,5	0,46	0,2	1,99	18	4,1	33	400	21	127	25	290	3,7	26	84	9,1	21	13	1,05	4	2,5	2,45	Dellys
19	46,3	0,78	16,8	9,4	0,13	8,7	10,5	2,58	0,64	0,19	4,21	250	12,1	102	340	41	106	34	250	2,5	17	41	5	12	8,5	0,8	2,5	1,6	1,4	Cap Djinet
20	47,8	1	17,15	9,9	0,16	6,55	9,35	3,35	0,38	0,19	3,82	109	6,7	44	360	34	113	32	270	4,1	22	68	8,4	19	11,5	1,05	3,5	2,2	1,95	Cap Djinet
21	48,3	0,97	18,35	11,2	0,18	4,16	8,05	3,38	1,85	0,35	3,23	3	29	3	530	29	282	17	242	4	22	45	8,8	22	13,5	1,2	3,5	2,1	2	Cap Djinet
22	61,5	0,55	16,55	5,35	0,07	3,02	4,82	2,87	3,12	0,16	2,01	85	220	24	205	18	180	21	95	8,2	21	39	18,8	41	19,5	0,85	3,6	2	1,75	Thénia
23	63,2	0,47	16,2	4,6	0,06	2,65	4,16	3,05	3,2	0,17	1,94	58	198	20	185	15	238	13	72	7,2	16	50	18	36	16	0,85	2,5	1,3	1,25	Thénia
24	64,2	0,45	16,6	4,4	0,04	2,37	3,96	2,67	3,4	0,15	1,3	62	245	19	192	14	235	12	72	7,4	14	100	17,8	33	16	0,9	2,6	1,4	1,15	Thénia

ANNEXE

25	65	0,47	16,32	3,47	0,03	2,46	4,4	3,36	3,52	0,18	1,26	69	215	19	215	11	246	13	73	8,3	13	43	11,8		14	0,75	3,2	1,3	1,1,	Thénia	
26	73,2	0,18	12,95	1,73	0,01	0,35	0,61	1,91	6,53	0,03	1,35	3	296	2	43	2	361	1,9	16	9	14	73	20,5	30	16	0,5	2,7	1,5	1,35	Thénia	
27	63,6	0,5	16,26	4,31	0,05	2,08	3,74	2,89	3,72	0,18	2,04	50	266	16	190	13	258	12	71	8	15		13,5	30	14	0,85	2,6	1,5	1,25	Zemmouri	
28	66,2	0,41	17,1	3,3	0,02	0,63	4,35	3,52	3,2	0,12	1,59	20	175	4	235	7	278	8,3	37	6,4	15	60	20	41	15	0,8	2,1	1,5	1,35	Zemmouri	
29	68	0,33	15,6	3	0,04	1,42	2,38	3,04	4,2	0,2	0,94	33	265	14	193	8	300	7	41	7	12		19	40	17,5	0,9	2,4	1,2	0,8	Zemmouri	
30	69,5	0,26	14,65	2,01	0,02	1,13	2,26	3,15	4,84	0,2	0,96	25	263	10	245	6	416	5,4	33	8,9	11	65	19,5		18	1	2,2		0,65	Zemmouri	
31	71,7	0,17	14,6	1,46	0,02	0,59	2,07	3,58	3,9	0,09	1,61	9	220	4	190	3	405	3,8	12	6,7	12	82	22,5	46	19	0,7	1,9	1,2	0,9	Zemmouri	
32	54,9	0,68	17,32	7,14	0,07	3,47	8,9	3,35	2,27	0,15	1,83	45	90	28	520	26	310	16	205	5,7	15		14,5	32	15	0,9	2,2	1,9	1,45	Béjaia-Amizour	
33	57,3	0,68	16,63	6,76	0,09	4,6	8,45	2,96	1,51	0,13	1,27	68	66	30	294	24	182	23	177	5,1	18		13	27	15	0,95	2,6	2	1,55	Béjaia-Amizour	
34	59,7	1,1	14,3	6,95	0,05	3,37	5,1	3,72	3,8	0,29	1,65	36	230	22	186	13	254	19	165	16,5	39		34,5	70	32	1,2	5,8	3,6	3,5	Béjaia-Amizour	
35	61,2	0,69	15,2	5,9	0,06	3,21	5,2	3,42	3,5	0,16	1,25	67	218	36	211	15	245	13	148	10,5	25		35	69	31	1,5	4,3	2,5	2,15	Béjaia-Amizour	
36	62	0,69	16,1	5,55	0,33	1,38	1,98	4,28	5,13	0,16	1,66	23	288	25	196	36	385	10	103	12	30		29	61	27	0,9	4,5	2,8	2,65	Béjaia-Amizour	
37	62,2	0,65	15,28	6,02	0,03	2,36	3,52	3,94	3,93	0,15	1,23	28	162	18	240	11	518	13	112	10,9	26		18	40	21	0,95	4,1	2,6	2,35	Béjaia-Amizour	
38	63,2	0,6	15,28	4,44	0,05	2,3	4,66	3,43	3,79	0,12	1,82	37	210	12	223	12	315	12	95	10,3	21		16,5	34	18	0,45	3,4	2,1	1,75	Béjaia-Amizour	
39	63,4	0,59	16,2	4,9	0,08	2,63	5,55	3,11	2,71	0,14	0,66	24	158	11	235	15	264	15	118	8,8	18		23,5	48	21	0,9	3,1	1,7	1,5	Béjaia-Amizour	
40	64,8	0,35	15,96	3,74	0,06	2,56	4,25	4,11	3,05	0,12	1,36	62	130	34	306	11	348	8	79	5,5	12		14,5	29	14	0,65	2	1,4	1,05	Béjaia-Amizour	
41	66,1	0,5	15,68	3,74	0,06	1,37	3,13	3,71	3,9	0,15	1,08	21	244	9	222	8	333	9	62	11,9	26		22	49	24	0,85	3,7	2,4	2,2	Béjaia-Amizour	
42	67,1	0,45	14,41	4,21	0,04	1,35	2,3	3,43	4,65	0,14	1,77	18	237	10	152	8	404	7	68	11,1	24		30	57	22	0,8	3,3	2,5	2,2	Béjaia-Amizour	
43	67,2	0,5	15,04	3,77	0,06	1,35	2,59	3,5	4,38	0,13	0,92	20	278	8	217	10	346	8	63	11,7	23		31	61	25	0,85	3,6	2,4	2	Béjaia-Amizour	
44	68	0,49	13,95	3,72	0,06	1,27	2,55	3,62	4,4	0,12	1,15	16	285	8	145	8	263	8	63	13	25		26	53	22	0,7	3,5	2,6	2,35	Béjaia-Amizour	
45	68,2	0,42	14,85	3,35	0,06	1,13	2,57	3,72	4,23	0,08	0,86	20	284	8	165	8	290	6	57	10	17		23	44	17	0,7	2,7	1,9	1,65	Béjaia-Amizour	
46	59		12	4,65		4,1	4,3	1,58	6,4			128	460		226	16,5	810					19								1,38	Cherchell
47	62,3		14,75	5,52		4,85	4,9	2,45	6,5			220	520		338	18	1170					23								1,8	Cherchell