

# LES THOLÉIITES FINI-TRIASIQUES DE MOHAMMEDIA (MESETA CÔTIÈRE, MAROC): TÉMOINS D'UN VOLCANISME DE RIFT INTRACONTINENTAL AVORTÉ

*Khadija Farki  
Ghalem Zahour  
Hassan El Hadi  
Saida Alikouss  
Youssef Zerhouni*

Laboratoire de Géologie Appliquée, Géomatique et Environnement,  
Faculté des Sciences, Casablanca – Maroc

---

## Abstract

The late triassic volcanism of Mohammedia belongs to the Berrechid-El Gara-Benslimane basin. It is manifested by basaltic lava flows intercalated in the triassic silty-sandy conglomerates deposits and in the liassic siltite and evaporatic argillites. Rocks texture is vacuolar, microlithic porphyritic, locally doleritic (ophitic, subophitic to intergranular). Late to post magmatic processes of hydrothermal alteration are responsible of silicification, calcification, chloritisation and epidotization. The studied rocks have geochemical characteristics of continental intraplaque tholeiites similar to their counterparts described in the CAMP province of atlantic circumference. This volcanism could represent a witness of an aborted intracontinental rift, clearly linked to the late-triassic rifting of the Atlantic Ocean.

---

**Keywords:** CAMP, Morocco, Coastal Meseta, tholeiites, late triassic rifting

---

## Résumé

Le volcanisme fini triasique de Mohammedia, appartenant au bassin de Berrechid-El Gara-Benslimane, se manifeste par des coulées de laves basaltiques intercalées entre les dépôts silto-grès-conglomératiques triasiques et dans les siltites et argillites évaporitiques du Lias. Ce sont des roches à texture microlithique porphyrique vacuolaire, localement doléritique (ophitique, subophitique à intergranulaire). Des processus d'altération hydrothermale tardi à post magmatique sont responsables des phénomènes de silicification, calcification, chloritisation et épidotisation. Les roches étudiées ont les

caractéristiques géochimiques des tholéïtes intraplaques continentales comparables à leurs homologues largement décrits dans la province CAMP du pourtour atlantique. Ce volcanisme représenterait un témoin d'un rift intracontinental avorté manifestement lié au rifting fini-triasique de l'océan Atlantique.

---

**Mots Clés:** CAMP, Maroc, Meseta côtière, tholéïtes, rifting fini-triasique

## **Introduction**

Autour de 200 Ma, et en rapport avec l'ouverture de l'Océan Atlantique Central, s'installe une importante activité magmatique bien connue par la Province Magmatique de l'Atlantique Central (CAMP). Celle-ci, reste l'une des plus vastes provinces basaltiques continentales sur Terre (e.g. Marzoli et al., 1999). Le magmatisme de la CAMP est aujourd'hui représenté par les reliques de roches intrusives et extrusives qui se manifestent en Afrique du Nord-Ouest, Europe du Sud-Ouest, Amérique du Nord et en Amérique du Sud (e.g. Mc Hone et Puffer, 2003; Youbi et al., 2003; Knight et al., 2004; Marzoli et al., 2004). Les âges  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  obtenus sur la CAMP du Maroc varient de 205 à 190 Ma. La majorité des roches de la CAMP sont des basaltes continentaux tholéïtiques (CFB) à faible teneur en  $\text{TiO}_2$  (LTB). Au Maroc, le magmatisme CAMP est largement représenté, sous forme de coulées dans les domaines atlasiques et mesetiens et sous forme de sills et de dykes dans l'Anti-Atlas (Bertrand, 1991). Ce volcanisme a été étudié dans les bassins triasico-liasiques du Haut Atlas (Bertrand et al., 1982; Bertrand, 1991; Sebai et al., 1991; Ait Chayeb et al., 1998; Youbi et al., 2003; Knight et al., 2004; Marzoli et al., 2004; Verati et al., 2007) et au Moyen Atlas (Mahmoudi et Bertrand, 2007). L'origine du magmatisme CAMP est également sujet à discussion ; il est tantôt interprété comme le résultat d'une panache mantellique (Oyarzun et al., 1997; Wilson, 1997), tantôt comme la conséquence de l'extension et de l'amincissement de la lithosphère, précédant l'ouverture de l'océan Atlantique et de la fusion de l'asthénosphère supérieure (Withjack et al., 1998).

Le présent travail est une contribution à la connaissance du magmatisme CAMP de la meseta côtière marocaine. Il s'agit de présenter les caractéristiques pétrographiques, géochimiques et la signification géodynamique du volcanisme triasique de cette région à partir de nouvelles analyses chimiques d'éléments majeurs et traces (y compris les terres rares). Une comparaison de ce volcanisme avec celui du même âge dans le reste du Maroc sera également abordée.

## **Contexte géologique**

La région de Mohammedia, objet de cette étude, appartient au bassin de Berrechid-El Gara-Benslimane (**Fig. 1**). Ce dernier, se situe à l'Est de

Casablanca et s'étend depuis le sud des villes de Mohammedia et Benslimane, sur une bande de direction NE-SW, d'une longueur d'une cinquantaine de Km et d'une largeur d'une trentaine de Km.

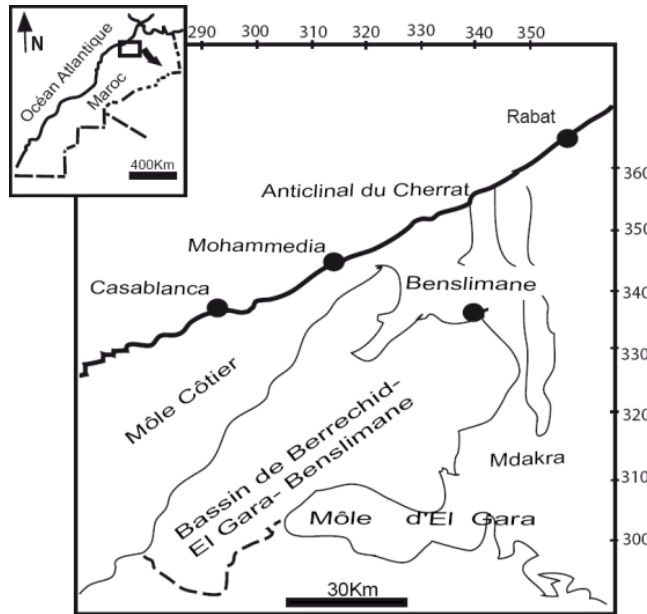


Fig. 1: Carte de situation géographique du Bassin de Berrechid-El Gara-Benslimane

Le bassin de Berrechid-El Gara-Ben Slimane (**Fig. 1**) occupe la partie NW de la Meseta nord-occidentale. Il est encaissé entre deux zones (**Fig. 2**), à déformation hercynienne hétérogène : i) la Meseta côtière septentrionale stable, peu déformée et peu métamorphique, ii) sa marge orientale bordée par le massif central est marquée par une déformation et un métamorphisme important (Piqué, 1994). Cette zone fait partie de la Meseta occidentale qui est une zone d'accidents décrochant en relais, de direction moyenne NNE-SSW.

Suite à l'orogénèse hercynienne, à la fin du paléozoïque, se forme la Pangée entourée par l'Océan Pacifique. L'éclatement de cette Pangée a provoqué l'ouverture de l'Atlantique Central au début du Trias (Laville et al., 2004). Le Maroc se retrouvait bordé par deux océans, la Téthys qui transgresse sur les Mesetas et l'Océan Atlantique naissant à l'Ouest. Entre les deux, au Nord du Front Sud Atlasique, se développait le rift Atlasique, qui aurait avorté au cours du Jurassique (Laville et al., 2004). La déformation se localise essentiellement sur des accidents hérités de l'orogénèse hercynienne, et ce sont ces mêmes bassins qui seront ensuite inversés au Cénozoïque. L'ensemble de la plateforme Maghrébine sera affectée par cette dernière phase depuis la Tunisie jusqu'au Maroc.

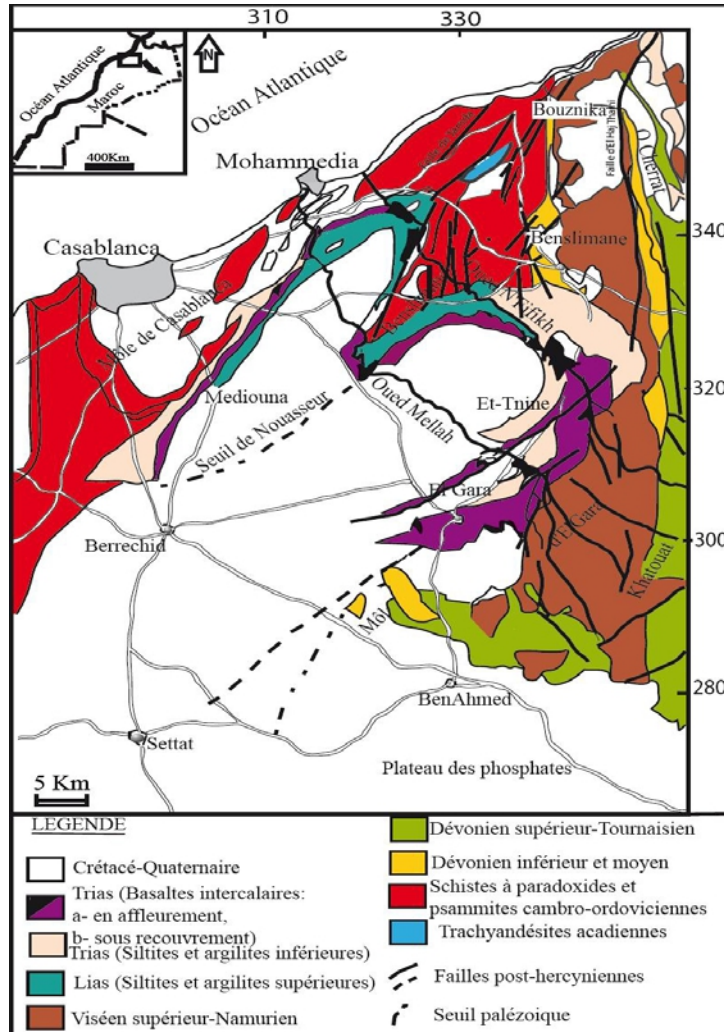


Fig. 2: Esquisse géologique et traits structuraux de la région étudiée (Lyazidi, 2004)

Durant le Trias, l'ouverture de l'atlantique central, est responsable de la formation de grabens de direction NE-SW à NNE-SSW (Frizon de la Motte et al., 2000) qui seront par la suite remplis par des argilites et des évaporites synchrones au magmatisme basaltique. Dans la région de Mohammédia, ce magmatisme affleure au niveau des oueds N'Fifikh et Mellah (**Fig. 2**).

### Lithologie

La succession lithologique rencontrée au niveau de l'Oued N'Fifikh (**Fig. 3A**) et l'Oued Mellah (**Fig. 3B**) comprend un socle cambro-ordovicien grès-micacé et une couverture d'âge triasique (Farki et Zahour, 2012; Farki et al., 2012) constituée de roches silto-grès-conglomératiques, de basaltes de siltites et argilites supérieures évaporitiques, le tout est coiffé par les calcaires

crétacés. L'étude palynologique fondée sur l'étude des kystes des dinoflagellés des argilites suprabasaltiques de l'Oued Mellah, a permis de donner un âge liasique à ces formations (Hssaida et al., 2012). Il convient de noter qu'à l'échelle de la Meseta, les datations radiométriques des laves basaltiques mésozoïques ont donné des âges qui correspondraient au Trias supérieur (180-200 Ma ; Westphal et al., 1979).

### Pétrographie des basaltes

Les basaltes de l'Oued N'Fifikh (Fig. 3A, **Photo 1A**) se présentent sous forme de plusieurs coulées aux sommets vacuolaires. Ces coulées sont parcourues par des filonets d'épaisseur décimétrique (20 cm) et d'extension métrique, remplis de silice ou de calcite. Les filonets de Chaâba El Hamra, par exemple, montrent un cœur rempli de silice et des parois calcitiques (Farki et al., 2012).

Au microscope, la paragenèse primaire comporte des plagioclases (60 à 70 %) qui sont partiellement ou totalement englobés par des clinopyroxènes (20 à 30 %) offrant ainsi à la roche une texture sub-ophitique à ophitique (**Photo. 2**). Les minéraux opaques, de taille inframillimétrique, montrent une structure dendritique.

La paragenèse secondaire est constituée de chlorite verte, de quartz et de calcite.

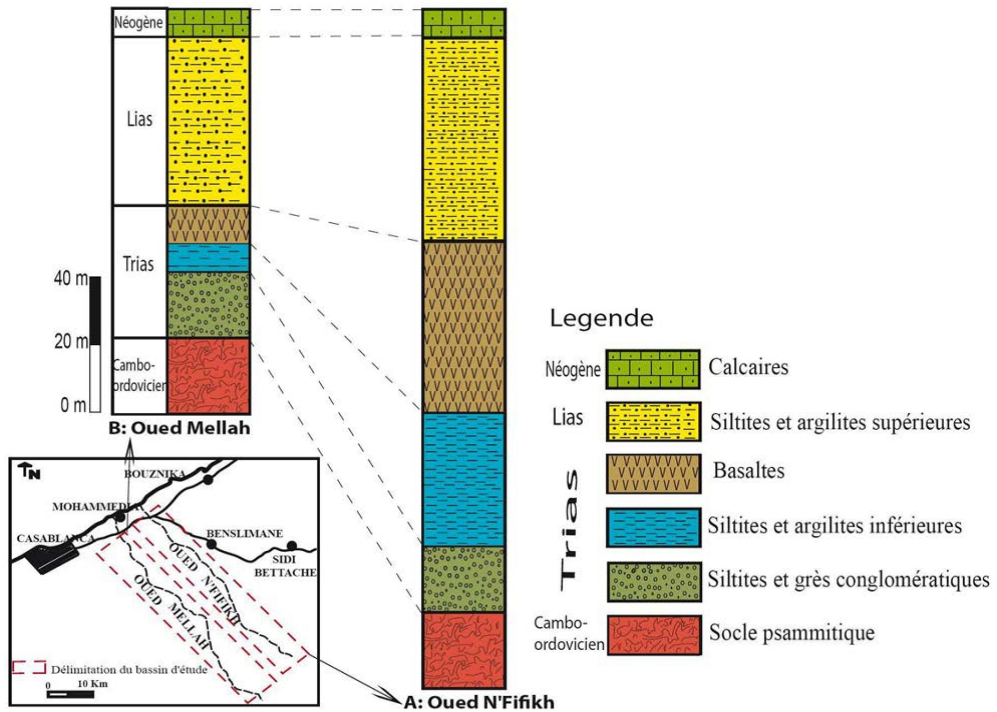


Fig. 3: Colonne lithostratigraphique synthétique, A : Oued N'Fifikh (Farki et al., 2012).B: Oued Mellah (Farki et Zahour, 2012).

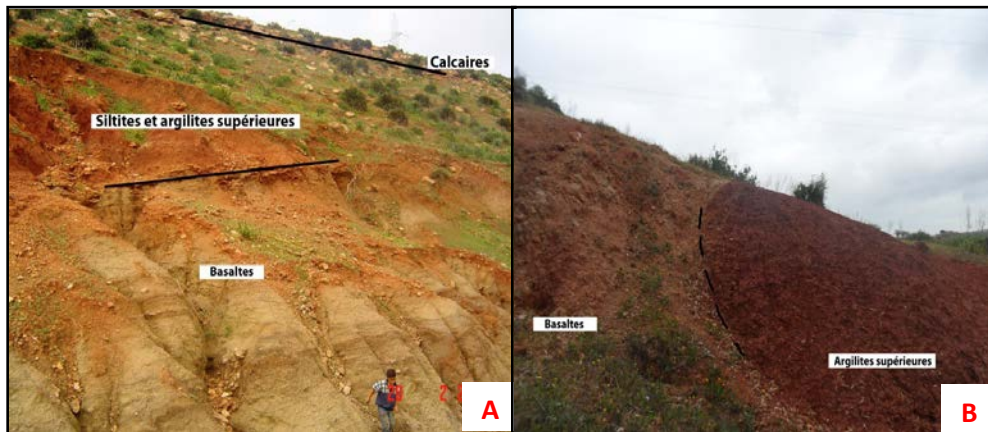


Photo.1 : Basalte de l'Oued N'Fifikh (A), Basalte de l'Oued Mellah (B)

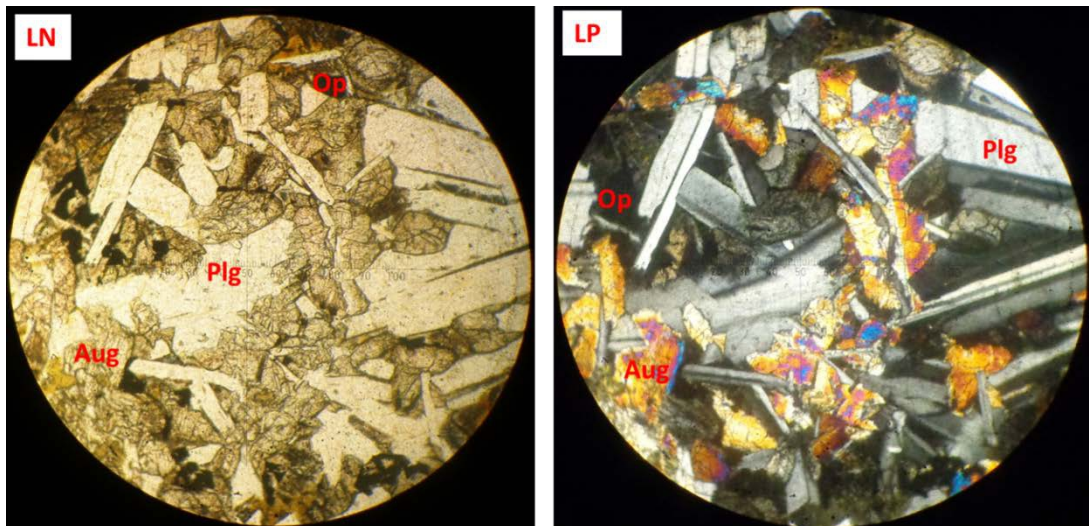


Photo.2 : Vue microscopique du basalte de l'Oued N'Fifikh

Les basaltes de l'Oued Mellah (**Fig. 3B, photo 1B**) sont intercalés entre les siltites et argilites inférieures et supérieures. Il s'agit d'une roche massive très altérée, vacuolaire dans sa partie sommitale et de couleur gris verdâtre liée à sa richesse en épidote et chlorite. Contrairement aux basaltes de la base, ceux de sommet montrent une altération en boules caractéristique s'accompagnent parfois d'une fissuration intense.

Le remplissage des vacuoles est principalement fait par de la calcite, le quartz et des granules ferrugineux.

Au microscope, les basaltes montrent une texture microlitique porphyrique vacuolaire à localement doléritique (**Photo. 3**).

La paragenèse primaire est principalement formée d'olivines, de plagioclases (15%), de clinopyroxènes (augite) (5%) et d'opaques (5 à 6%). La mésostase représente jusqu'à 60% du volume total de la roche.

La paragenèse secondaire comprend épidotes, chlorites, calcite et opaques. Les vacuoles, de forme amiboïde à sphérique, occupent 10 à 15% de la roche, leur diamètre varie de 0,4mm à 2,5cm.

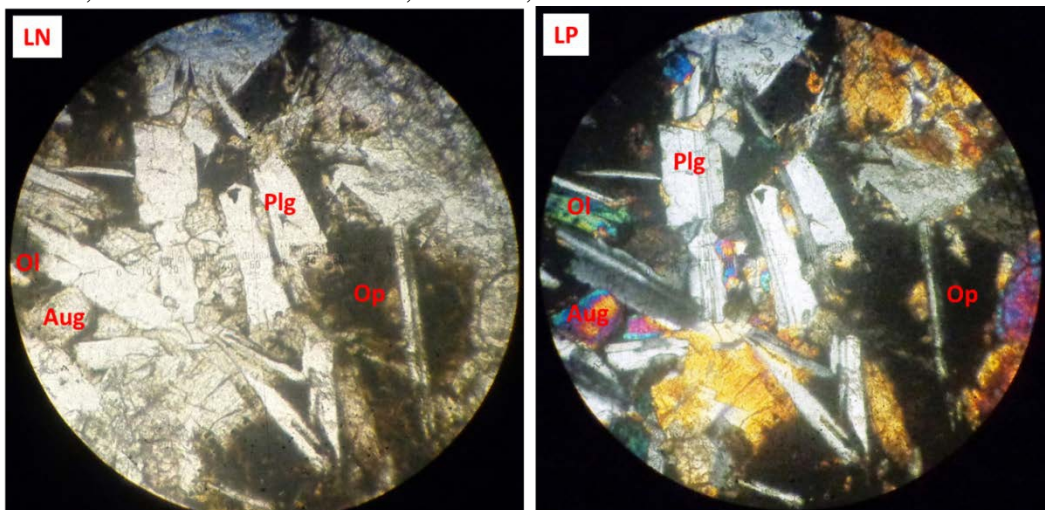


Photo.3 : Vue microscopique du basalte de l'Oued Mellah. LN: lumière naturelle; LP: lumière Polarisée

Deux types principaux des vésicules peuvent être distingués en fonction du mode de remplissage : les vésicules à remplissage concentrique et les vésicules à remplissage monominéral. Les minéraux de remplissage des vacuoles sont dominés par la calcite qui colmate aussi les microfissures dans la roche.

### Géochimie des basaltes et signification géodynamique

Les analyses chimiques ont été effectuées sur les échantillons les plus représentatifs des roches magmatiques. Pour les échantillons N5-N9 et M1-M4, les éléments majeurs ont été dosés par Spectrométrie de Fluorescence X et les éléments en traces (y compris les terres rares) par ICP-MS. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire du CNRST (UATRS). Les échantillons N1-N4 ont été analysés par (ICP-AES) à l'Université de Bretagne Occidentale, Brest en France. Les données des éléments majeurs, traces et les terres rares sont présentées dans le **tableau 1**.

La plupart des échantillons analysés montrent un faible degré d'altération (PF <2%). Aussi, à cause de leurs compositions homogènes, on peut considérer ces roches comme représentatives des liquides initiaux. Dans le diagramme TAS (**Fig. 4**), ces roches occupent essentiellement le champ des basaltes (Le Bas et al., 1986) de la série sub-alcaline (Irvine et Baragar, 1971 ;

Miyashiro, 1978) et le domaine des basaltes CAMP défini par Bertrand *et al.*, (1982), McHone (2000), Marzoli *et al.*, (2004).

	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>N3</i>	<i>N4</i>	<i>N5</i>	<i>N6</i>	<i>N7</i>	<i>N8</i>	<i>N9</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	51	51,7	51,15	51,25	51,05	51,3	50,4	49,7	53,1	49,9	50,52	50,5	50
<b>Ti O<sub>2</sub></b>	1,25	1,32	1,34	1,25	1,1	1,31	1,3	1,05	1,03	1,14	1,34	1,29	1,32
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	13,3	13,8	13,3	13,5	16	13,65	13,7	14,2	16,4	16,2	14,18	13,86	14,1
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	11,45	11,4	11,7	11,45	9,66	11,6	11,15	8,77	9,5	9,39	10,64	10,87	10,77
<b>MnO</b>	0,21	0,18	0,2	0,18	0,2	0,19	0,17	0,133	0,16	0,12	0,26	0,17	0,27
<b>MgO</b>	8,3	7,25	8	7,75	6,42	6,75	7,25	10,3	5,35	7,57	8,11	8,15	8,07
<b>CaO</b>	10	9,9	10	10	7,55	9,65	10,25	6,37	8,18	7,27	10,83	10,57	10,77
<b>NaO<sub>2</sub></b>	1,77	1,99	1,87	1,88	1,86	2,05	1,93	2,39	2,41	2,72	1,86	1,9	1,83
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,38	0,39	0,35	0,34	0,35	0,4	0,39	0,15	0,37	0,18	0,31	0,38	0,27
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,16	0,16	0,16	0,16	0,47	0,15	0,16	0,44	0,34	0,33	0,08	0,1	0,5
<b>L.O.I.</b>	1,77	1,61	1,72	1,97	2,42	1,81	1,83	2,12	1,74	4,82	1,73	1,66	1,88
<b>Total</b>	99,59	99,8	99,75	99,73	97,08	98,86	98,53	95,62	98,58	99,64	99,86	99,45	99,78
<b>Rb</b>	9,1	12,5	12,6	12,7	15,2	14,6	12,57	13,81	14,25	15,25	9	13	8
<b>Sr</b>	163	168	161	163	174	164	122	124	130	213	142	130	147
<b>Ba</b>	154	150	163	150	151	137	138	137	160	180	170	150	270
<b>Sc</b>	35	36	34,5	35	35	34	35	32	34	33	34	35	36
<b>V</b>	328	312	330	312	305	322	222	225	227	315	258	260	264
<b>Cr</b>	410	310	385	360	222	190	190	250	210	356	356	398	365
<b>Co</b>	49	44	47	45	43	44,5	35	47	32	51	45	51	46
<b>Ni</b>	112	84	108	102	75	84	121	106	71	94	93	115	95
<b>Y</b>	23,8	25,5	24,8	25	28	25,2	15,43	26,7	13,25	21,25	25,1	24	23,7
<b>Zr</b>	110	120	116	116	120	118	143	152	107	115	117	116	110
<b>Nb</b>	7,3	8	7,7	7,6	8,1	7,8	2,57	3,81	3,84	4,05	7,2	7,7	7,4
<b>La</b>	10,6	11,8	11,1	11,3	12,6	12	10,43	10,07	11,25	12,25	10,8	11,7	10,5
<b>Ce</b>	24	27	25	25	28	26,5	15,8	21,8	14,25	21,25	26	24	25
<b>Nd</b>	14	16	15	15,4	17	15,5	15,14	15,26	14,3	16,28	16,2	14	15
<b>Sm</b>	3,7	4,1	3,7	3,75	4,35	3,65	5,48	4,84	3,58	4,82	3,6	3,75	3,7
<b>Eu</b>	1,18	1,2	1,22	1,17	1,33	1,22	1,57	1,81	1,28	1,64	1,2	1,33	1,2
<b>Gd</b>	4,1	4,4	4,4	4,15	4,7	4,3	2,57	3,8	2,28	3,5	4,5	4,4	4,7
<b>Dy</b>	4,2	4,55	4,45	4,5	5,05	4,5	5,6	3,6	4,64	3,4	4,45	4,2	4,5
<b>Er</b>	2,3	2,6	2,35	2,35	2,7	2,6	2,28	2,09	2,11	2,25	2,32	2,45	6,2
<b>Yb</b>	2,21	2,48	2,34	2,35	2,55	2,38	2,58	3,81	2,58	3,08	2,35	2,38	2,21
<b>Th</b>	2,3	2,35	2,25	2,3	2,7	2,55	2,45	2,6	2,25	3,2	2,42	2,7	2,34
<b>Y/Nb</b>	3,26	3,18	3,220	3,289	3,456	3,230	6,003	7,007	3,450	5,246	3,486	3,116	3,202
<b>Zr/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	687,	750	725	725	255,3	786,6	893,7	345,4	314,7	348,4	1462,	1160	220
<b>La/Yb</b>	4,79	4,75	4,74	4,80	4,94	5,042	4,04	2,643	4,360	3,97	4,595	4,91	4,75
<b>Zr/Y</b>	4,62	4,7	4,67	4,64	4,28	4,68	9,26	5,69	8,0754	5,411	4,6613	4,8333	4,6413

Tabl. 1: Analyses des éléments majeures, traces et terres rares des basaltes de l'Oued N'Fifikh (*N1-N9*) et l'Oued Mellah (*M1- M4*)

Les teneurs en silice varient de 49,7 à 53,1%. Les valeurs de titane (<1.5%) permettent de ranger ces roches parmi les basaltes tholéïtiques continentaux low-Ti (Albarède, 1992).



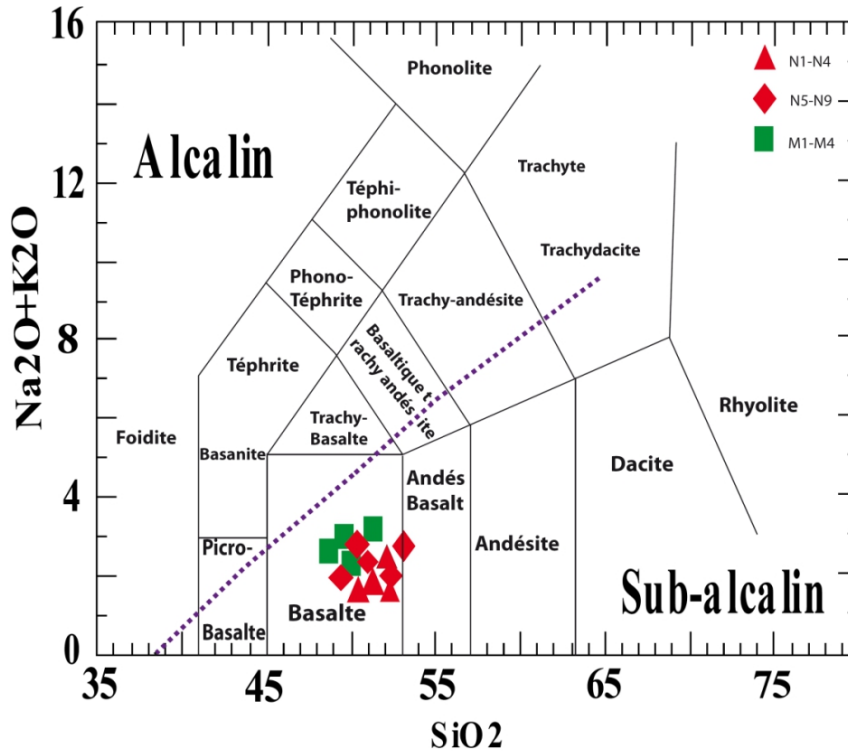


Fig. 4: Diagramme de classification des alcalins vs silice (Le Bas et al., 1986) pour les basaltes des bassins de l'Oued N'Fifikh, l'Oued Mellah . La ligne en pointillés représente la séparation entre les domaines des séries alcalines et les sub-alkalines selon Miyashiro (1978)

Les diagrammes binaires en fonction de MgO (**Fig .5**) montrent que les éléments majeurs des basaltes de l'Oued N'Fifikh et de l'Oued Mellah ont un comportement semblable : les teneurs en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et CaO diminuent avec la diminution de MgO. Les teneurs des autres oxydes TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et Na<sub>2</sub>O augmentent avec la diminution du MgO. Ces diagrammes révèlent également un léger enrichissement en K<sub>2</sub>O des basaltes de l'Oued N'Fifikh par rapport à ceux de l'Oued Mellah.

Les concentrations en éléments de transition tels que Ni, Cr, Co et Sc sont généralement très basses, et présentent des variations respectivement de (71- 112 ppm) ; (190- 410 ppm) ; (32- 51 ppm) ; (32- 36 ppm). Dans le diagramme de type log (Th)-log (éléments de transition Ni, Cr, Co et Sc) (**Fig. 6**), on constate que les teneurs en Th sont variables pour des valeurs élevées des éléments de transition.

L'affinité tholéïtque de tous les échantillons analysés est attestée par les éléments immobiles : faible concentration en TiO<sub>2</sub> (<2%) (1,03-1,34%) et en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,08-0,16%) pour la plupart d'échantillons étudiées. Les rapports Y/Nb et Zr/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> variant respectivement de 3,11 à 7,00 et de 314 à 1462 écartent le caractère alcalin des basaltes étudiés (Floyd et Winchester, 1975).

Ces basaltes montrent des spectres de terres rares, normalisés aux chondrites, qui sont faiblement enrichis en terres rares légères et plus modérément fractionnés au niveau des terres rares lourdes ( $La/Yb = 2,45 - 5,04$ ) (**Fig. 7**).

Normalisés par rapport au Manteau Primitif de Sun et Mc Donough (1989) (**Fig. 8**), les spectres des basaltes étudiés sont très légèrement enrichis en terre rares légères et montrent des anomalies négatives en Nb et Sr. L'anomalie négative en Sr est considérée comme témoin du fractionnement des plagioclases. L'anomalie négative en Nb pourrait être due à la contamination crustale des magmas basaltiques (Dupuy et Dostal, 1984), comme elle pourrait suggérer la genèse des magmas à partir de la fusion partielle du manteau lithosphérique modifié par une subduction antérieure à leur mise en place (Coish et Sinton, 1992).

Des diagrammes de discrimination géotectonique ont été utilisés. Dans le diagramme Nb-Zr-Y de Meschède (1986), les basaltes étudiés se situent dans le champ des basaltes tholéïtiques intraplaques (**Fig. 9**). Dans les diagrammes Zr/Y- Zr de Pearce et Norry (1979), les basaltes étudiés se situent pour la plupart dans le domaine A ; relatif aux basaltes des contextes intraplaques (**Fig. 10**).

### Discussion et conclusion

Dans les basaltes de l'Oued N'Fifikh et de l'Oued Mellah, les concentrations en  $TiO_2$  relativement faibles, sont comparables à celles des basaltes des Rides Médio-Océaniques (MORB). Les concentrations en Nb sont particulièrement faibles (3,23- 8,1 ppm) par rapport à celles des basaltes alcalins et se rapprochent ainsi de celle de MORB et des tholéïtes intraplaques. Les fortes teneurs en Zr (110-152 ppm) sont très similaires à celles des basaltes des tholéïtes intracontinentales (Pearce et Norry, 1979).

La comparaison des basaltes de la région de Mohammédia avec les basaltes tholéïtiques d'Argana (Ait Chayeb et al., 1998) et les tholéïtes du même âge du reste de Maroc (Bensaleh, 2012 ; El Hachimi et al., 2011 ; Fiechtner, 1990 ; Bertrand et al., 1982 ; Beraâouz, 1995 ; Fiechtner et al., 1992) ou au Portugal (Youbi et al., 2003 ; Vertai, 2007, Bensaleh, 2012), au Canada (Deenen et al., 2011) et en Amérique (Bertrand et Westphal, 1977 ; Beraâouz, 1995) montre de grandes similitudes (**Fig. 11** et Tableau 2). La légère anomalie en Nb, presque omniprésente dans tout le magmatisme CAMP serait liée à la contamination de ces basaltes par la croûte continentale durant l'ascension des magmas basiques ou traduire la dérive de ces magmas à partir d'un manteau enrichi anciennement métasomatisé.

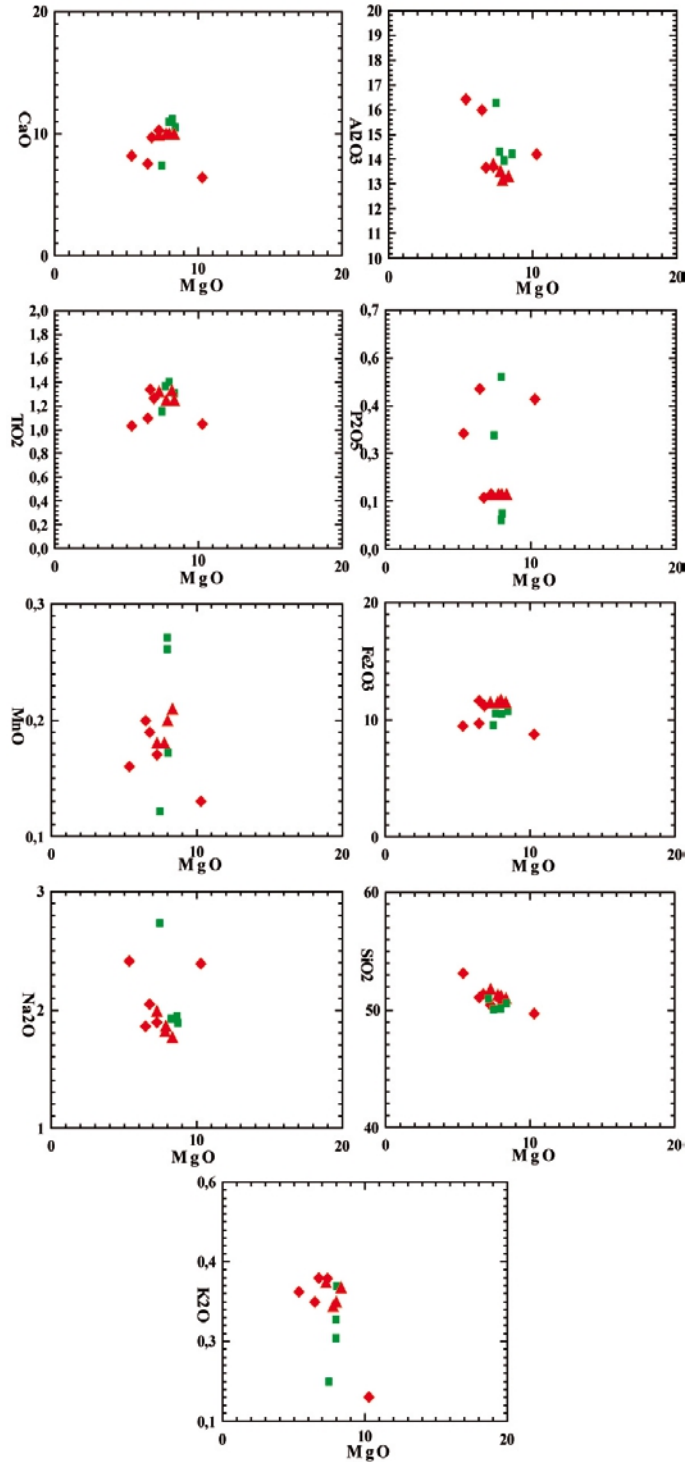


Fig.5: Diagrammes des oxydes- vs MgO (% poids) des basaltes des Oueds N’Fifikh et Mellah|  
 Triangle rouge : N1-N4, Carré rouge : N5-N9, Carré vert : M1-M2

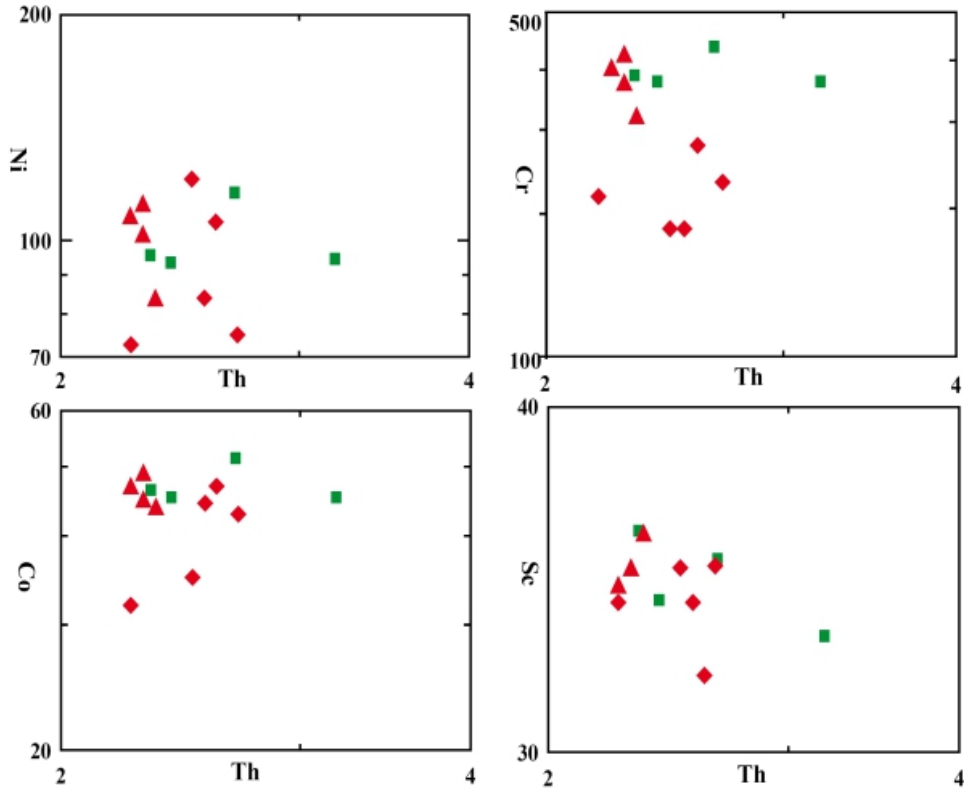


Fig. 6. Diagramme Log (élément de transition Ni, Cr, Co, Sc) en fonction de Log (Th) pour les basaltes étudiés

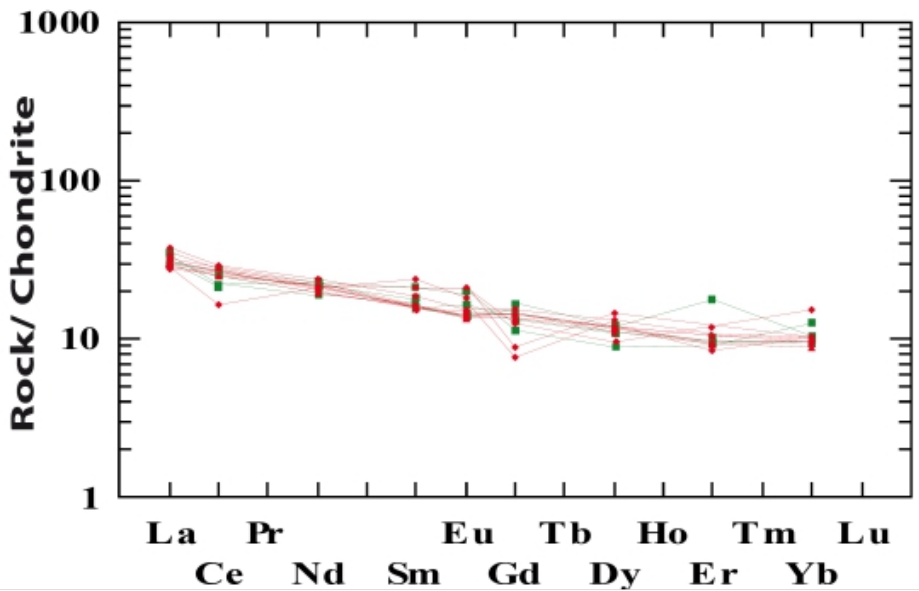


Fig. 7: Spectres de terres rares normalisés à la chondrite de Sun et Mc Donough (1989)

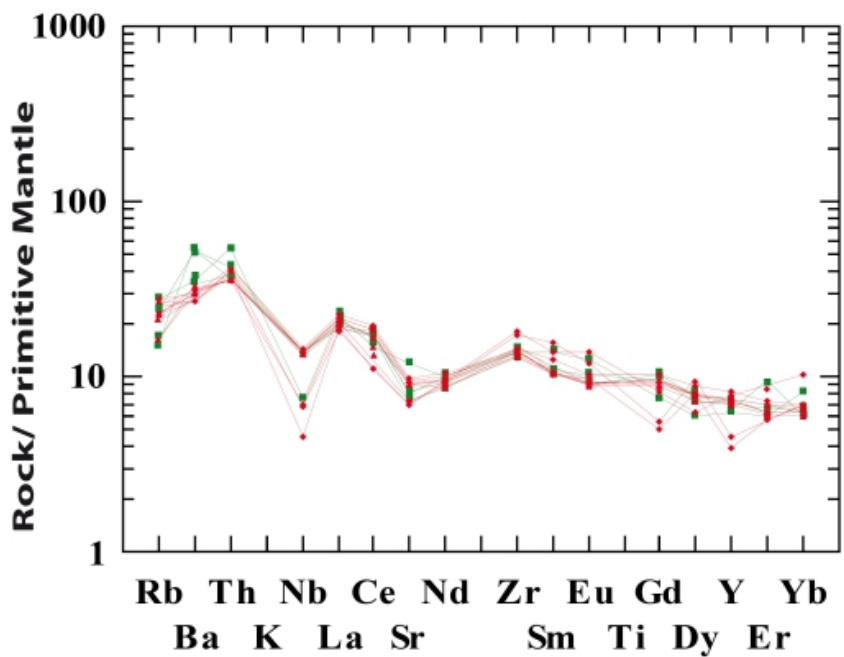


Fig.8 : Spectres de normalisation des basaltes triasiques au manteau primitif (Sun et McDonough, 1989)

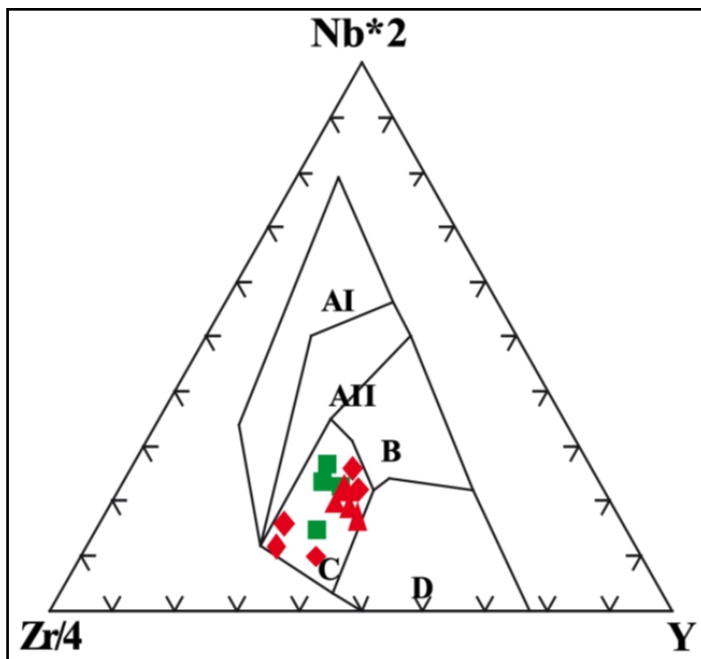


Fig. 9 : Diagramme Nb-Zr-Y de Meschède (1986) pour les basaltes de l'Oued N'Fifikh et de l'Oued Mellah - AI : basaltes alcalins intraplaques ; AII, C : basaltes tholéitiques intraplaques ; B : basaltes des rides médio-océaniques de type P ; D : basaltes des rides médio-océaniques de type N

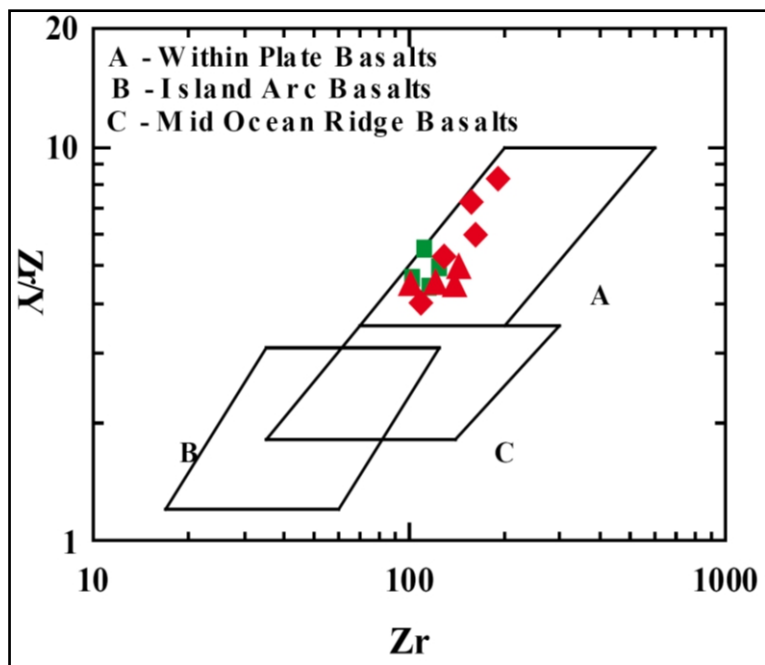


Fig. 10 : Diagramme binaire Zr/Y- Zr de Pearce et Norry (1979) pour les basaltes de l'Oued N'Fifikh, Oued Mellah

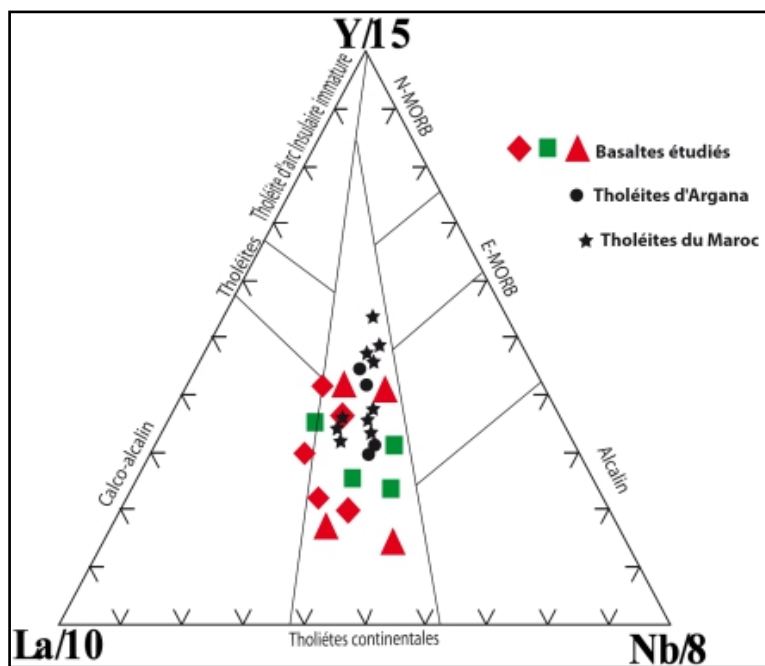


Fig. 11: Répartition des basaltes du Bassin étudiés dans le diagramme La-Y-Nb de Cabanis et Lecolle (1989)

	<b>Meseta</b>	<b>Haut-Atlas</b> (Youbi et al., 2003 ; Bensaleh, 2012)	<b>Anti-Atlas</b> (Youbi et al., 2003 ; Vertai, 2007)	<b>Rif</b> (Vertai, 2007)	<b>Portugal</b> (Youbi et al., 2003 ; Vertai, 2007, Bensaleh, 2012)	<b>Canada</b> (Deenen et al., 2011)	<b>Amérique</b> (Bertrand et Westphal, 1977 ; Beraâou z, 1995)
<b>Faciès</b>	Basalte	Basalte Andésite	Basalte	Basalte	Basaltes	Basalte Andésite basaltique	Basalte Dolérite Dolérite basaltique
<b>Age et méthode</b>	180-200 Ma <sup>40</sup> K- <sup>40</sup> Ar	197-201 Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	196-210 Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	197-201,7 Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	200+/-1,6Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	198-200Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar	190-200Ma <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar
<b>Paragne primaire</b>	Plagioclase Clinopyroxène Olivine Opaques	Plagioclase Clinopyroxène Olivine Oxydes	Plagioclase Clinopyroxène Olivine	Plagioclase Clinopyroxène Opaques	Olivine Plagioclase Augite et Pigéonite	Plagioclase Clinopyroxène Olivine Oxydes	Plagioclase Pyroxène Opaques Olivine Quartz
<b>Paragne secondaire</b>	Epidote Chlorite Calcite Silice Opaque	Chlorite Zéolite Calcite Silice Séricite	Epidote Chlorite Zéolites	Chlorite Calcite Oxydes de Fer	Chlorite Séricite	Chlorite Zéolite Calcite Silice Séricite	Chlorite Zéolite Calcite Silice Séricite
<b>Nature chimique</b>	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux aux low-Ti	Tholéiites continentaux à quartz
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1,23	1,22	1,04	1,12	1,04	-	0,90
<b>MgO</b>	7,07	9,69	6,99	7,42	8,17	-	8,52
<b>Y/Nb</b>	3,6	2,38	3,41	2,62	2,22	2,67	2,40
<b>Zr/Y</b>	4,56	4,42	4,88	5,09	4,17	4,96	4,41
<b>La/Yb</b>	4,39	5,81	4,86	6,21	4,91	5,46	5,81

Tabl. 2 : Comparaison du magmatisme CAMP dans le pourtour atlantique

### Références bibliographiques:

Aït Chayeb E. H., Youbi N., EL Boukhari A., Bouabdelli M. & Amrhar M. (1998).- Le volcanisme Permien et Mésozoïque inférieur du bassin d'Argana (Haut-Atlas occidental, Maroc): un magmatisme intraplaque associé à l'ouverture de l'Atlantique central. *Journal of African Earth Sciences*, 26, 4, p 499-519.

- Albarède, F. (1992). - How deep do common basaltic magmas form and differentiate? *Journal of Geophysical Research*, 97, 10 997– 11 009.
- Bensaleh M. K (2012).- De la fin du cycle orogénique hercynien à l'ouverture et l'évolution de l'Atlantique Central : les marqueurs magmatiques de cette transition. Etude pétrologique et géochimique. Exemple d'application dans le Permien, le Trias-Jurassique et le Jurassique-Crétacé du Maroc. Thèse d'état, Fac des Scien Semlalia. Marrakech. 320p.
- Beraâouz E H. (1995).- Episodes magmatiques associées au rift atlasique et ouverture de l'Atlantique central. Thèse d'état 221p. Université Hassan II-Mohammadia, Casablanca, Maroc.
- Bertrand H. (1991).- The Mesozoic tholeiitic province of Northwest Africa: A volcano-tectonic record of the early opening of the central Atlantic, in : A.B. Kampunzu, R.T. Lubala (Eds.), *The Phanerozoic African plate*, Springer-Verlag, New York, p. 147–188.
- Bertrand H., Dostal J., Dupuy C. (1982).- Geochemistry of Early Mesozoic tholeiites from Morocco, *Earth Planetary-Sciences-Letters*-58. p 225–239.
- Bertrand H. et Westphal M. (1977).- Comparaisons géologiques et paléomagnétiques des tholeiites du Maroc et de la côte orientale de l'Amérique du nord: implications pour l'ouverture de l'Atlantique: *Bull. Soc. Geol. France*, v.19, p.513-520.
- 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 crustale. *Comptes Rendus Académie Sciences* 309, p 2023-2029.
- Coish, R. A. & Sinton, C. W. (1992).- Geochemistry of mafic dikes in the Adirondack mountains: implications for late Proterozoic continental rifting. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 110, 500-514.
- Deenen M.H.L., Krijgsman W. and. Ruhl M. (2011).- The quest for chron E23r at Partridge Island, Bay of Fundy, Canada: CAMP emplacement postdates the end-Triassic extinction event at the North American craton. *NRC Research Press* 48, pp 1282-1291.
- Dupuy, C. & Dostal, J. (1984).- Trace element of some continental tholeiites. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 67, 61-69.
- El Hachimi H., Youbi N., Madeira J., Bensalah M. K., Martins L., Mata J., Bertrand H., Marzoli A., Medina F., Munhá J., Bellieni J., Mahmoudi A., Ben Abbou M. & Assafar H. (2011).- Morphology, internal architecture, and emplacement mechanisms of lava flows from the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) of Argana basin (Morocco). In: Van Hinsbergen, D. J. J., Buitter, S., Torsvik, T. H., Gaina, C. & Webb, S. (Eds.). *Out of Africa - a synopsis of 3.8 Ga of Earth History. The Geological Society of London Special Publication* 357, p167-193.



- Farki K., Zahour G., (2012).- Proceeding book: Contribution to the understanding of the sedimentary and tectono-volcanological evolution of Oued Mellah (Coast Meseta, Morocco), colloque international conference of SIG-Users, Taza GIS-Days, 23-24 May, p 568-572.
- Farki K., Zahour G., Zerhouni Y. & Hamid W. (2012).-Contribution à la compréhension de l'évolution sédimentaire et tectono-volcanique de la série Triasico-Liasique de l'oued Nfifikh (Meseta côtière, Maroc). *Ann. Soc. Géol. Du Nord*. T. 19(2ème série), Octobre 2012, p. 1-12.
- Fiechtner L. (1990).- Geochemie und Geochronologie Frühmesozoischer Tholeiite aus Zentral- Marokko. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*,Berlin, 118, 76 p.
- Fiechtner L., Friedrichsen H. &Hammerschmidt K. (1992).- Geochemistry and geochronology of Early Mesozoic tholeiites from Central Morocco. *Geologische Rundschau* 81, p 45-62.
- Floyd P.A. and Winchester J.A. (1975).- Magma type and tectonic setting discrimination using immobile element& Earth Planet-ary Sci-ences Letters, 27: p 211- 218.
- Frizon de Lamotte D., Saint-Bézar B., Bracène E. & Mercier E.(2000).- The two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean. *Tectonics*, 19, p 740- 76.
- Hssaida T., Zahour G., Oumalch f. &Youssefi M.Z. (2012).- Nouvelles datations des argilites post basaltiques du bassin de l'Oued Mellah (Meseta occidentale, Maroc). *Notes et mémoires du Service Géologique du Maroc*, vol. 575 Num. ISSN 034-9789, p 131-137.
- Irvine T.N. &Baragar W.R.A. (1971).- A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8,p 523-548.
- Knight K.B., Nomade S., Renne P.R., Marzoli A., Bertrand H., Youbi N. (2004).- The central Atlantic magmatic province at the Triassic-Jurassic boundary: Paleomagnetic and Ar/Ar evidence from Morocco for brief, episodic volcanism, *Earth. Planet. Sci. Lett.* 228. p 143-160.
- Laville E., Piqué A .,Amrhar M.&Charoud M. (2004).- A restatement of the Mesozoic Atlasic Rifting (Morocco). *Journal of African Earth Sciences*, Volume 38, Issue 2, January 2004, p145-153.
- Le Bas M J., Le Maitre R. W., Streckeisen A. and Zanettin B. (1986).- A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal Petrology* 27, p 745- 750.
- Lyazidi A. (2004).- Evolution géodynamique du bassin triasique de Berrechid-El Gara-Benslimane (Meseta Nord occidental Maroc), (Dynamique sédimentaire, géométrie des dépôts et évolution structurale) *thèse doc.* Université Mohamed V, Rabat-Agdal.

- Mahmoudi A., Bertrand H. (2007).- Identification géochimique de la province magmatique de l'Atlantique central en domaine plissé: exemple du Moyen Atlas marocain. *C. R. Geoscience* 339. p545–552.
- Marzoli A., Bertrand H., Knight K.B., Cirilli S., Buratti N., Verati C., Nomade S., Renne P.R., Youbi N., Martini R., Allenbach K., Neuwerth R., Rapaille C., Zaninetti L., Bellieni G. (2004).- Synchrony of the Central Atlantic magmatic province and the Triassic-Jurassic boundary climatic and biotic crisis, *Geology* 32. p 973-976.
- Marzoli A., Renne P.R., Piccirillo E.M., Ernesto M., Bellieni G., DeMin A. (1999).- Extensive 200-million-year-old continental flood basalts of the central Atlantic Magmatic Province, *Science* 284. p 616–618.
- Mc Hone, J. G. (2000).- Non-plume magmatism and tectonics during the opening of the central Atlantic Ocean. *Tectonophysics*, 316, 287–296.
- Mc Hone, J. G. & Puffer, J. H. (2003).- Flood basalt province of the Pangean Atlantic rift: regional extent and environmental significance. In: LETOURNEAU, P.M. & OLSEN, P.E. (eds) *The great rift valleys of Pangea in Eastern North America, Aspects of Triassic-Jurassic Rift Basin Geoscience, Volume 1*. Columbia University Press, 141-154.
- Meschède M. (1986).- A method of discrimination between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb- Zr- Y diagram. *Chemical Geology* 56, p 207-218.
- Miyashiro A. (1978).- Nature of alkalic volcanic rock series. *Contributions mineralogy* 66, p 91-104.
- Oyarzun, R., Doblas, M., Lopez-Ruiz, J. & Cebriá, J. M. (1997).- Opening of the central Atlantic and asymmetric mantle upwelling phenomena: Implications for long-lived magmatism in western North Africa and Europe. *Geology*, 25, 727-730.
- Pearce J. A., Norry M. J. (1979).- Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y and Nb Variations in Volcanic Rocks. – *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 69, p 33-47.
- Piqué A. (1994).- Géologie du Maroc. Les domaines régionaux et leur évolution structurale. *Edition PumagMaroc*, 283 p.
- Sebai A., Féraud G., Bertrand H., Hanes J. (1991).- Ar/Ar dating and geochemistry of tholeiitic magmatism related to the early opening of the Central Atlantic rift, *Earth Planet. Sci. Lett.* 104. P 455–472.
- Sun S.S. and McDonough W.F. (1989).- Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in the ocean basins*. Saunders, A.D. and Norry, M.J. (Editors), Geological Society of London, London. 42: p 313-345.
- Verati C., Rapaille C., Féraud G., Marzoli A., Bertrand H., Youbi N. (2007).- Ar/Ar ages and duration of the Central Magmatic Province volcanism in

Morocco and Portugal and its relation to the Triassic-Jurassic boundary, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 244 p 308-325.

Westphal M., Montigny R., Thuizat R., Bardon C., Bossert A. and Hamzeh R. (1979).-Paleomagnetisme et datation du volcanisme permien, triasique et crétaé du Maroc. *Canadian Journal of Earth Sciences* 16: 2,150-2,164.

Wilson, M. (1997).-Thermal evolution of the Central Atlantic passive margins: continental break-up above a Mesozoic super-plume. *Journal of the Geological Society, London*, 154, 491–495.

Withjack et al., 1998 Withjack, M.O., Schlische, R.W. & Olsen, P.E. (1998).- Diachronous rifting, drifting, and inversion on the passive margin of central eastern north america: an analog for other passive margins. *Association of the American Petroleum Geologists Bulletin*, 82, 5A, 817-835.

Youbi N., Martins L.T., Munha J.M., Ibouh H., Madeira J., AitChayeb E.M., El Boukhari A. (2003).- The Late Triassic–Early Jurassic volcanism of Morocco and Portugal in the geodynamic framework of the opening of the central Atlantic Ocean, in: Hames W.E., McHone J.G., Renne P.R., Ruppel C. (Eds.).- *The Central Atlantic Province: Insights from fragments of Pangea*, AGU Geophys. Mon. 136 p 179–207.