

Le magmatisme jurassique-crétacé de Béni-Mellal (Haut-Atlas central, Maroc) : géochimie et signification géodynamique

Jaouad GUEZAL, Mohamed EL BAGHDADI, Ahmed BARAKAT & Jamila RAIS

Université Sultan Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Département des Sciences de la Terre, Labo. Géosciences et environnement, B.P. 523, Béni Mellal, Maroc. jaouad@fstbm.ac.ma; mohaelbaghdadi@gmail.com

Résumé. Le Haut Atlas de Béni-Mellal (Haut Atlas central, Maroc) comporte un ensemble de roches magmatiques basiques, d'âge Jurassique moyen - Crétacé inférieur dont les modes de gisement sont variés : coulées basaltiques interstratifiées au sein des Couches Rouges dont l'âge s'échelonne du Jurassique moyen au Crétacé inférieur, sills, dykes et massifs intrusifs associés. L'assemblage minéralogique primaire de ces roches est composé de plagioclase, d'olivine, de clinopyroxènes et d'oxydes. L'étude géochimique montre le caractère transitionnel de cette série magmatique.

Mots-clés : Roches basiques, Haut-Atlas de Béni-Mellal, minéralogie, géochimie, transitionnel, Jurassique, Crétacé.

The Beni-Mellal (Central High Atlas, Morocco) Jurassic-Cretaceous magmatism: geochemistry and geodynamic significance.

Abstract. The High Atlas of Béni-Mellal (Central High Atlas, Morocco) exposes a set of Middle Jurassic - Lower Cretaceous mafic magmatic rocks. These occur as basaltic flows, sills, dykes and intrusion bodies which are either interbedded with or crosscut the surrounding Dogger carbonated-detrital formations (Aalenian-Bathonian) [Fig.1]. They include gabbros (intrusion and sills of Idemrane and Boumaali), diabase (dykes of Tagleft and micro-intrusion of Ichichi) and basalts (flows of Jbel Sgat, Naour, Ouauizegth, Aït Attab and Ozoud) [Fig. 2]. Petrography of igneous rocks shows inter-granular sub-ophitic textures for dykes and gabbros. Basalt flows have an intersertal microlitic texture with fluidal flow, where the glassy phase is poorly represented. Plagioclase and olivine form orthocumulate while clinopyroxene shows poikilitic structures [Fig. 3]. All these rocks (intrusive or extrusive) have in common textural, mineralogical and petrographic characteristics that confer obvious kinship. In contrast to intra-plate alkaline series, characterized by TiO_2 , K_2O and P_2O_5 high concentrations, the Beni-Mellal High Atlas studied rocks have moderate or even low levels of TiO_2 , K_2O and P_2O_5 . K_2O and Na_2O based silica variation diagrams (Middlemost 1975), shows the transitional character of these rocks [Fig. 5]. The distribution of rocks in the diagram TiO_2 (%) vs. Nb (ppm) certify these results [Fig. 6]. The differentiation process is marked by the early formation of orthocumulate olivine and plagioclase, followed by clino-pyroxene and ferromagnetic minerals, and then feldspar. Geochemical data confirm previous characters. All basic facies in relation to those in middle central High Atlas as far described alkali, form a transitional series, characterized by low contents of TiO_2 , Ba and La.

Key words: Mafic rocks, High Atlas of Beni-Mellal, mineralogy, geochemistry, transitional, Jurassic, Cretaceous.

INTRODUCTION

Le Haut Atlas central au Maroc est un segment d'une vaste chaîne intracontinentale, qui s'étend depuis l'océan Atlantique dans la région d'Agadir au Maroc jusqu'au golfe de Gabès en Tunisie. Il a connu une importante activité magmatique depuis le Trias supérieur, matérialisée par la mise en place de coulées basaltiques tholéitiques (Beraïouz 1995, Verati *et al.* 2007), suivies de coulées de laves basaltiques, de nombreuses intrusions, de champs filoniens au Jurassique-Crétacé (Rahimi *et al.* 1997, Zayane *et al.* 2002) et de carbonatites et de lamprophyres à l'Eocène (Bouabdeli *et al.* 1987, Bouabdellah *et al.* 2010). Dans l'Atlas de Béni-Mellal, qui constitue une zone-clef, les manifestations magmatiques du Jurassique-Crétacé se matérialisent par la mise en place d'un ensemble de roches magmatiques exposées côte à côte et en interdépendance étroite, sous forme de coulées de laves, sills, dykes et batholites. L'objectif de cette note est de définir l'affinité chimique de ces roches et de discuter leur signification géodynamique.

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET APERÇU GEOLOGIQUE

Le secteur étudié se situe dans la partie nord-occidentale du Haut Atlas central le long du méridien $6^{\circ}20'W$ de Béni-Mellal et au sud de la plaine de Tadla (Fig. 1A).

Le Haut Atlas central, dont fait partie le Haut Atlas de Béni-Mellal, correspond à une chaîne de montagnes intracontinentale, résultant de l'inversion structurale d'un bassin essentiellement jurassique (Laville *et al.* 2004, El Harfi *et al.* 2006). Le Trias est représenté par des siltites rouges, des évaporites et des coulées de basaltes tholéitiques, recouvertes par des calcaires et des marnes d'âge liasique à bajocien, surmontés par des dépôts argilo-gréseux d'âge bathonien à crétacé inférieur (Souhel 1996, Haddoumi *et al.* 2010).

Au Jurassique, le bassin du Haut Atlas central est constitué de sous-bassins subsidents sur décrochements senestres, séparés par des rides anticlinales synsédimentaires (Monbaron 1981).

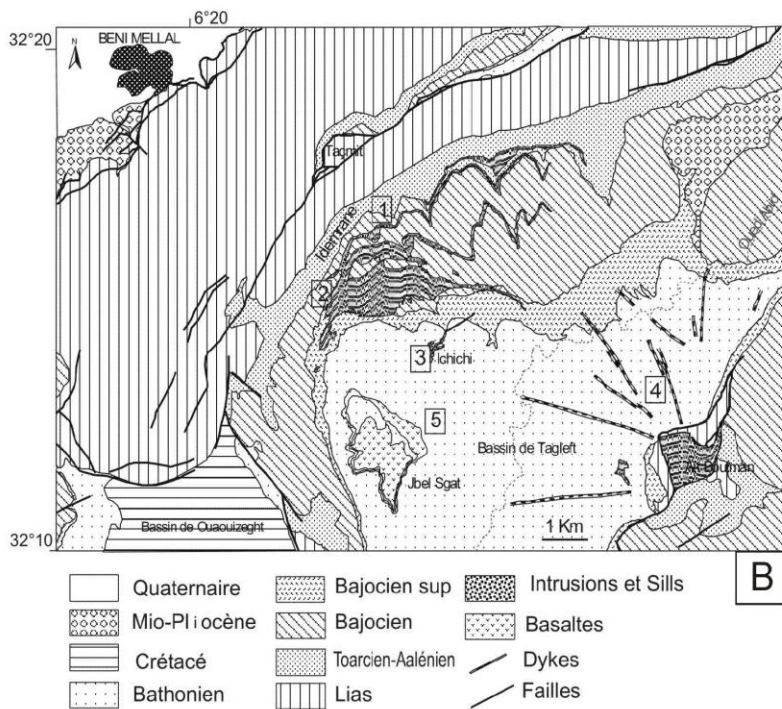
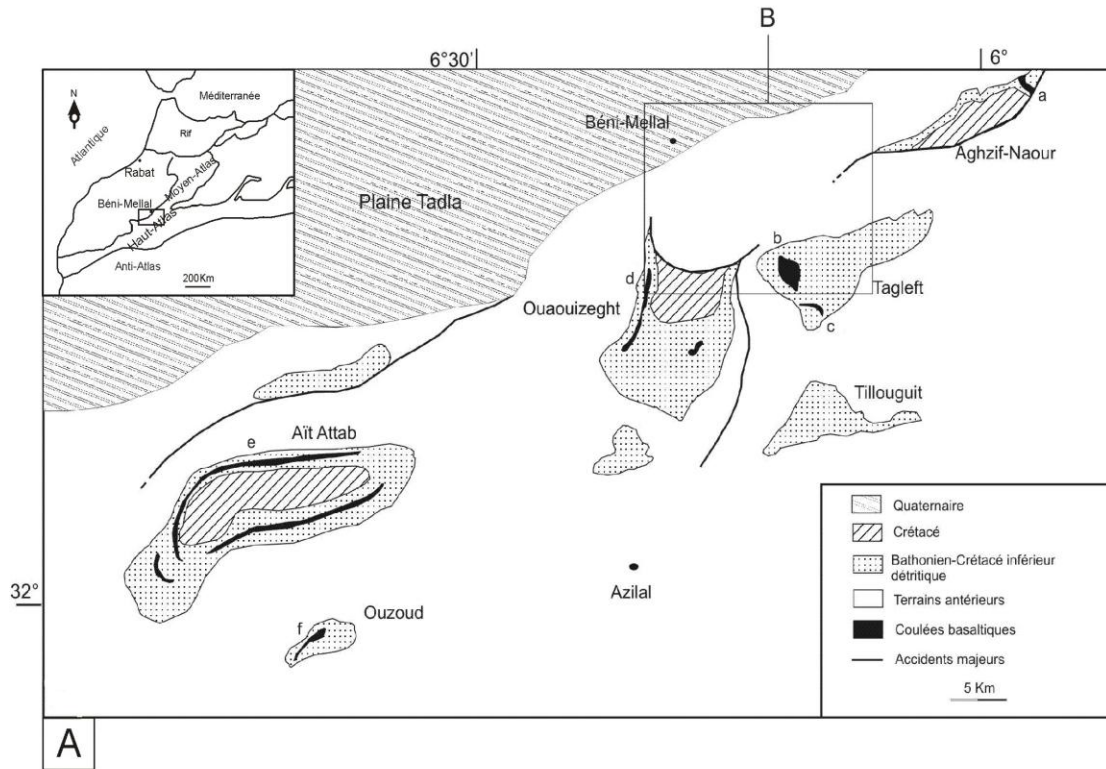


Figure 1. A, Esquisse géologique des principaux bassins du Haut-Atlas de Béni-Mellal, ainsi que les corps basaltiques associés. Basaltes : a, Naour ; b, Jbel Sgat ; c, Tabaroucht ; d, Ouauizeght ; e, Aït Attab ; f, Ouzoud. B, Carte géologique de la région de Tagleft. 1, Sill d'Idemrane ; 2, intrusion d'Idemrane ; 3, micro-intrusion d'Ichichi ; 4, dykes de Tagleft ; 5, basaltes de Sgat.

Figure 1. A, Simplified geological map of Béni-Mellal High Atlas basins and associated basaltic flows. Basalts: a, Naour ; b, Jbel Sgat ; c, Tabaroucht ; d, Ouauizeght ; e, Aït Attab ; f, Ouzoud. B, Geological map of Tagleft. 1, Idemrane sill; 2, Idemran pluton ; 3, Ichichi pluton; 4, Tagleft dykes; 5, Sgat basalts.

MODES DE GISEMENT DES ROCHES MAGMATIQUES

Dans le secteur étudié, les roches magmatiques, quelque soit leur mode de mise en place, ne se distinguent à aucun moment dans les sédiments de l'ancienne plate-forme liasique. Cette incompatibilité est due essentiellement à la rigidité du bâti de cette plate-forme, à faciès péri-récifaux (Monbaron 1981).

Les formations basiques montrent différents types de gisements : coulées basaltiques, sillons, dykes et corps intrusifs, qui intrudent ou sont interstratifiés au sein des Couches Rouges dont l'âge s'échelonne du Jurassique moyen au Crétacé inférieur (Fig. 2).

Les sillons se présentent sous forme de corps d'une dizaine de mètres d'épaisseur concordant avec les formations des calcaires et calcaires marneux de Bin El Ouidane (sillons d'Idemrane et d'Aït Boumaali).

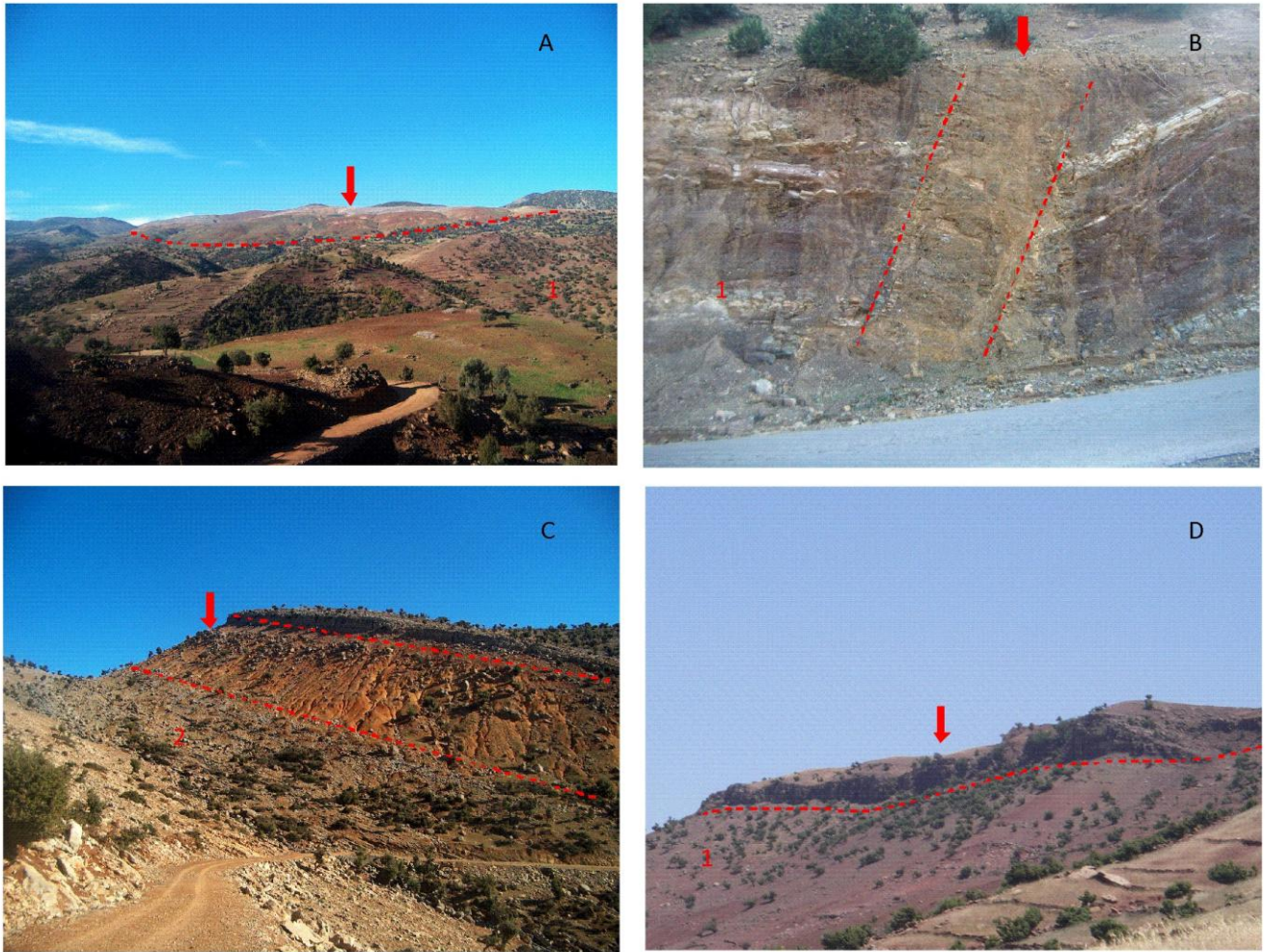


Figure 2. Modes de gisement de roches magmatiques. A, Intrusion d'Idemrane ; B, Dyke d'Aït Ouchen (Tagleft) ; C, Sill d'Idemrane, D, Couléés basaltiques de Jbel Sgat. 1, Formation argilo-détritique de Guettioua (Bathonien) ; 2, Formation calcaro-marneuse de Bin El Ouidane (Bajocien).

Figure 2. Emplacement modes of magmatic rocks. A, Idemrane pluton; B, Aït Ouchen dyke (Tagleft); C, Idemrane sill; D, Sgat basaltic flows. 1, Guettioua argillaceous-detrital formation (Bathonian); 2, Bin El Ouidane marly calcareous formation (Bajocian).

Les coulées se présentent sous forme d'entassements basaltiques, constitués d'une succession de coulées de laves subaériennes séparés par des niveaux silto-gréseux rouges. Elles sont associées aux principaux sous-bassins de la région (Naour, Tagleft, Ouauizeght, Aït Attab et Ozoud) (Fig. 1, A).

Les plutons sont représentés par les intrusions d'Idemrane et d'Ichichi. Les dykes de Tagleft recoupent les formations bathoniennes argilo-détritiques de Tilougguit et Guettioua. Ils montrent des extensions hectométrique à kilométrique, et des épaisseurs moyennes de 2 à 5 m, ainsi que des orientations définissant une structure radiale (Fig. 1, B).

PETROGRAPHIE ET MINERALOGIE

Les dykes doléritiques présentent une texture intergranulaire à sub-ophitique à plagioclases (An_{68-70}) et

clinopyroxène, alors que l'olivine n'est pas représentée dans tous les dykes.

Le monzo-gabbro du sill d'Idemrane est formé de clinopyroxènes, de plagioclases, de feldspaths alcalins et parfois de quartz. L'ensemble est agencé en une texture grenue avec des cristaux de taille centimétrique.

Le gabbro à olivine du massif intrusif d'Idemrane montre une texture ophitique, caractérisée par le développement de phénocristaux poecilitiques de clinopyroxène englobant des lattes de plagioclases. L'olivine est d'abondance relativement moyenne (10-15%).

Les coulées basaltiques ont une texture intersertale à microlitique fluidale, où la phase vitreuse est peu représentée. Les microlites de plagioclase (An_{50-62}), fortement abondants, montrent des textures d'écoulement fluidal qui contournent les phénocristaux sub-automorphes d'olivine (Fig. 3).

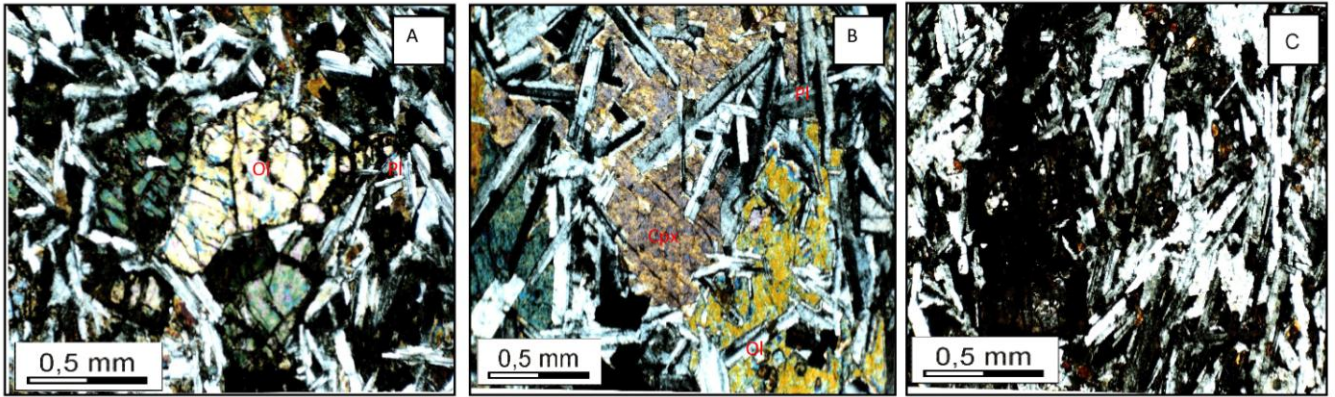


Figure 3. Textures des différents faciès basiques. A, Dykes d'Ait Ouchen à Tagleft (LPA) ; B, intrusion d'Idemrane (LPA) ; C, basalte de Jbel Sgat (LPA).

Figure 3. The mafic magmatic rocks texture. A, Ait Ouchen dyke (Tagleft) (LPA) ; B, Idemrane intrusion (LPA) ; C, Jbel Sgat basalt (LPA).

Toutes ces roches intrusives ou effusives ont en commun plusieurs caractères texturaux, minéralogiques et pétrographiques qui leur confèrent une parenté évidente. Les basaltes diffèrent des autres roches par leur couleur grise brunâtre et par la tendance fluïdale de leurs mésostases microlites.

GEOCHIMIE

Vingt-sept échantillons dont 11 basaltes et 16 gabbros et dolérites ont été sélectionnés pour les analyses chimiques. Les analyses (Tab. I) ont été effectuées au Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique (fluorescence des rayons X pour les éléments majeurs, ICP pour les éléments traces). Leur perte au feu est variable ($\leq 4,40\%$).

Toutes les roches présentent une composition basaltique ($\text{SiO}_2 = 43-50\%$), caractérisée par des teneurs en TiO_2 variant entre 1 et 2% et des teneurs relativement élevées en MgO (6-10%).

D'une façon générale, l'enrichissement en SiO_2 , Na_2O et parfois K_2O , sont compensés par la décroissance de TiO_2 , MgO et Fe_2O_3 , alors que les teneurs en Al_2O_3 et P_2O_5 demeurent relativement stables.

Affinité magmatique

Les échantillons sélectionnés ont été reportés dans le diagramme SiO_2 vs $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ (Le Bas *et al.* 1986), dans lequel la plupart des points se placent dans le domaine des basaltes et trachybasaltes (Fig. 4).

A l'inverse des séries alcalines intra-plaques, qui sont caractérisées par des teneurs en TiO_2 , K_2O et P_2O_5 assez élevées (Harmand & Laville 1983, Bouabdeli 1987, Zayane *et al.* 2002), les roches basiques du Haut Atlas de Béni-Mellal ont des teneurs en TiO_2 , K_2O et P_2O_5 modérées, voire même faibles (Tab. I).

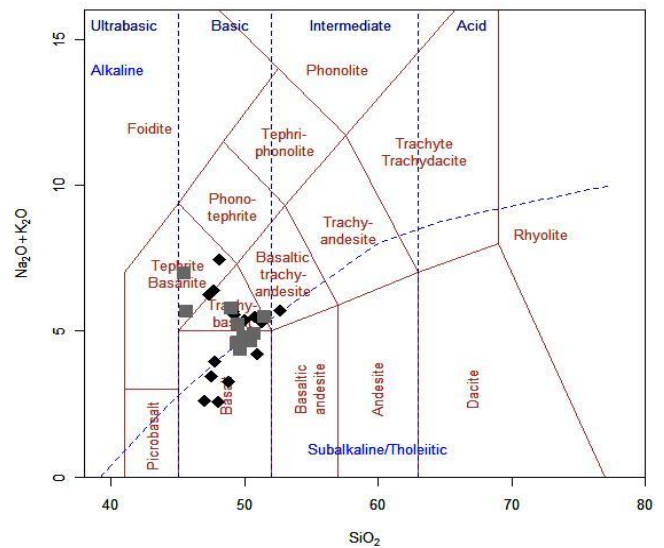


Figure 4. Diagramme SiO_2 vs $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Le Bas *et al.* 1986). La ligne marque la limite entre les alcalins et les subalcalins (losange noir, roches intrusives ; carré gris, roches effusives).

Figure 4. SiO_2 vs $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diagram (Le Bas *et al.* 1986). The line marks the boundary between alkalines and subalkalines (black diamond, intrusive rocks; gray square, extrusive rocks).

Les diagrammes de variation de K_2O et Na_2O en fonction de la silice (Middlemost 1975), montrent le caractère transitionnel de ces roches. En effet, Middlemost a montré que les basaltes transitionnels sont identifiables par le fait qu'ils se placent généralement dans le champ subalkalin dans le digramme $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ et dans le champ alcalin dans le diagramme $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ (Fig. 5). La distribution des roches dans le diagramme TiO_2 (en %) versus Nb (en ppm) confirme ces résultats (Fig. 6).

Tableau I. Analyses chimiques représentatives des roches plutoniques (IDEM, ID : Intrusion de Idemrane ; ICH : Intrusion d'Ichichi ; SIDEM : Sill d'Idmrane ; DAO, TGW : Dykes de Tagleft ; SPO : Sill d'Aït Boumaali) et volcaniques (NAR : Basaltes de Naour ; BSG : Basaltes de Jbel de Sgat ; BOZ : Basaltes d'Ozoud ; BAA : Basaltes de Aït Attab ; BW : Basaltes de Ouaouizeght) de Haut Atlas de Béni-Mellal.
 Table I. Chemical representatives of Béni-Mellal High Atlas plutonic (IDEM, ID: Idemrane intrusion; ICH: Ichichi intrusion; SIDEM: Idmrane sill; DAO, TGW: Tagleft Dykes; SPO : Aït Boumaali sill) and volcanic rocks. (NAR: Naour basalts; BSG: Sgat basalts; BOZ: Ozoud basalt; BAA: Aït Attab basalts; BW: ouaouizeght basalts).

	NAR1	NAR2	NAR3	BSG1	BSG2	BOZ3	BOZ2	BAA5	BAA1	BW5	BW3	IDEM2	IDEM6	IDEM7	ID2-1	ID2-2
SiO₂	48,37	47,13	47,83	43,58	43,7	48	48,62	46,87	48,79	47,71	49,39	49,47	50,74	49,7	45,88	45,7
Al₂O₃	16,44	15,74	16,23	15,48	15,67	14,03	14,31	14,42	14,87	12,89	13,94	18,55	19,14	18,56	16,84	16,83
Fe₂O₃	13,72	11,44	11,36	11,93	13,31	11,08	10,26	11,68	11,96	11,21	10,29	10,04	9,36	9,14	13,42	12,5
MgO	7,14	8,92	8,13	9,55	9,61	10,98	9,78	9,02	8,42	7,7	6,54	7,79	7,21	7,68	9,13	9,23
CaO	4,59	5,78	7,06	7,01	6,49	5,87	6,05	6,12	6,58	9,79	8,94	6,12	5,71	5,2	3,64	3,6
Na₂O	4,01	3,51	3,76	6,25	5,16	4,12	4,33	4,41	3,65	3,62	3,86	4,42	4,43	4,27	5,34	5,45
TiO₂	1,57	1,35	1,45	1,36	1,37	1,89	1,59	1,74	1,33	1,69	0,97	1,19	1,08	1,12	1,46	1,37
P₂O₅	0,35	0,34	0,36	0,22	0,21	0,55	0,59	0,35	0,3	0,4	0,56	0,38	0,34	0,36	0,41	0,45
K₂O	0,63	0,61	0,67	0,43	0,26	0,37	0,37	1,11	0,87	1,43	1,39	0,9	0,83	0,92	0,71	0,68
MnO	0,17	0,18	0,14	0,2	0,23	0,1	0,1	0,28	0,22	0,55	0,13	0,15	0,16	0,15	0,17	0,19
P.F.	3,84	4,62	2,96	4,09	4,02	3,03	3,82	3,57	3,06	3,2	3,38	1,47	0,9	1,95	3,16	3,7
Total	100,84	99,62	99,96	100,09	100	100,03	99,82	99,57	100,06	100,2	99,38	100,47	99,9	99,05	100,16	99,7
Sr	298	320	332	385	385	517	479	312	292	206	132	336	349	506	508	509
Cr	356	174	-	-	242	265	170	-	-	-	268	-	103	-	406	140
Ni	78	53	36	140	189	92	94	40	51	-	-	-	71	78	78	91
Zr	113	129	151	145	-	127	-			141	168	151	-	108	-	98
Nb	26	15	21	20	25	32	24	32	20	-	-	29	29	32	35	31

Tableau I (suite)
Table I (continued)

	ICH12	ICH16	SIDEM3	SIDEM5	DAO1	DAO2	DAO3	TGW4	SPO2	SPO1	SPO4
SiO ₂	46,04	45,81	46,16	50,53	48,91	49,38	48,86	48,05	48,21	50,34	50,18
Al ₂ O ₃	15,92	15,65	18,26	17,38	16,96	16,36	16,55	13,33	17,01	17,44	17,8
Fe ₂ O ₃	12,58	12,27	11,39	8,92	10,66	11,84	10,8	10,82	11,43	11,65	11,44
MgO	11,19	10,95	7,21	6,66	9,74	10,03	9,67	9,97	6,79	6,11	6,35
CaO	6	5,83	4,38	5,4	5,41	5,85	5,22	8,2	7,13	7,17	5,78
Na ₂ O	2,99	2,9	5,98	4,5	4,28	4,12	4,25	5,04	4,41	3,15	4,48
TiO ₂	1,4	1,2	1,06	1,12	1,21	1,29	1,17	1,61	1,37	1,41	1,34
P ₂ O ₅	0,36	0,35	0,25	0,36	0,33	0,36	0,35	0,3	0,47	0,5	0,5
K ₂ O	0,37	0,89	1,16	0,98	0,33	0,35	0,34	0,49	1,02	1,02	0,96
MnO	0,15	0,14	0,15	0,14	0,17	0,14	0,15	0,19	0,18	0,21	0,18
P.F.	3,83	3,84	4,5	4,4	1,99	2,25	2,31	2,1	1,08	0,75	1,06
Total	100,83	99,83	100,5	100,39	99,99	101,97	99,67	100,1	99,1	99,75	100,07
Sr	320	300	240	439	254	319	318	189	391	389	388
Cr	175	162	-	-	188	126	139	-	-	100	-
Ni	82	79	95	63	44	104	101	72	25	21	44
Zr	152	140	111	150	-	71	90	127	81	90	82
Nb	32	30	19	26	34	27	38	31	36	22	23

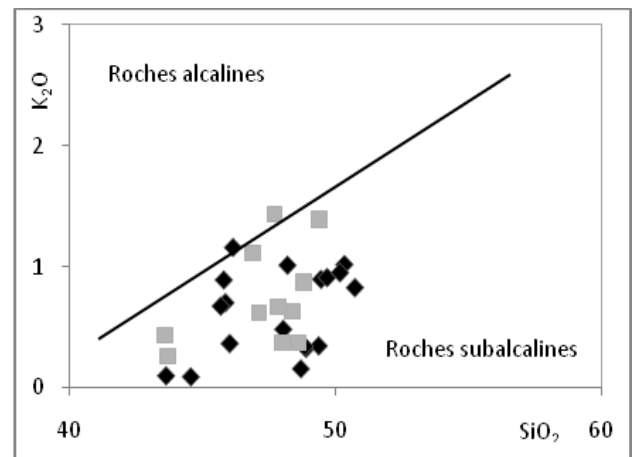
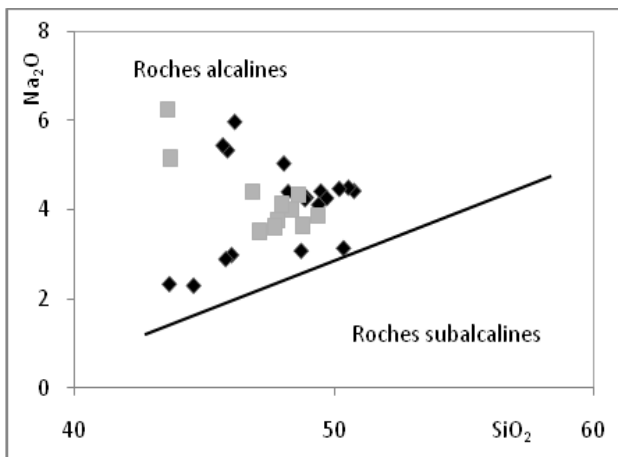


Figure 5. Diagramme de variation de Na₂O (a) et K₂O (b) en fonction de la silice, montrant le caractère transitionnel de la série magmatique (Middlemost 1975). Mêmes symboles qu'en 4.

Figure 5. Na₂O (a) and K₂O (b) versus SiO₂ diagram showing the transitional affinity of the magmatic series. (Middlemost 1975). Same symbols as in Figure 4.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le Haut Atlas de Béni-Mellal a connu une activité magmatique importante à la limite Jurassique-Crétacé. Les ensembles magmatiques mis en place au cœur des rides anticlinales présentent différents mode de gisements (coulées basaltiques, dykes, intrusions et sills).

Toutes ces roches montrent plusieurs caractères texturaux, minéralogiques et pétrographiques similaires, qui plaident en faveur d'une origine commune à partir d'un magma basaltique. L'étude pétrographique révèle une

régularité dans l'évolution minéralogique, menant des gabbros à olivine et dolérites jusqu'aux monzo-gabbro (sill d'Idemrane). Le processus est signalé par la cristallisation précoce d'ortho-cumulats : olivine et plagioclases, suivi des clino-pyroxènes et des minéraux ferromagnétiques, et à la fin viennent les feldspaths potassiques.

Les données géochimiques confirment les caractères précédents. L'ensemble des faciès basiques, allant des basaltes jusqu'aux gabbros, en relation avec ceux au cœur du Haut Atlas central décrit jusqu'à présent comme alcalin (Bertrand 1991, Bougadir 1998) forment une série

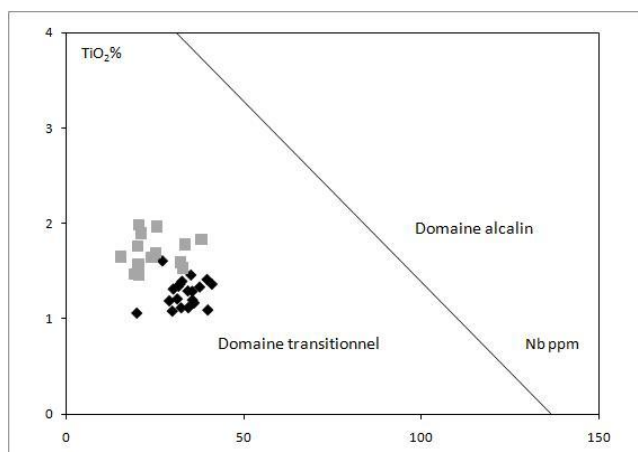


Figure 6. Distribution des roches transitionnelles dans le diagramme TiO₂ (en %) / Nb (en ppm), (Middlemost 1975). Mêmes symboles que les figures 4 et 5.

Figure 6. Distribution of transitional rocks in TiO₂ (in wt%) versus Nb (in ppm) diagram, (Middlemost 1975). Same symbols as in Figures 4 and 5.

transitionnelle, caractérisée par des teneurs faibles en TiO₂, Ba et La. Les teneurs en Nb inférieures à 50 ppm confirment aussi l'affinité transitionnelle de ces roches. Nos résultats corroborent les travaux de Zayane *et al.* (2002) et ceux de Bensalah *et al.* (2006).

Remerciements

Ce travail a été en grande partie financé par le Centre National de la Recherche Scientifique et Technique, Rabat, Maroc.

Références

Bensalah M.Kh., Martins L.T., Youbi N., Mata J., Madeira J., Munhá J.M., Beraâouz E.H., Marzoli A., Bertrand H., Bellieni G., Verati C. & Ibouh H. 2006. Preliminary data on the Upper Jurassic-Early Cretaceous magmatism of the Oued El-Abid synclinal zone (Central High Atlas, Morocco): volcanology, geochemistry and geodynamic implications. *VII Congresso nacional de geologia*, Evora, pp. 143-146.

Beraâouz E.H. 1995. *Épisodes magmatiques associés au rift atlasique et ouverture de l'Atlantique central*. Thèse d'État Univ. Hassan II Casablanca, 221 p.

Bertrand H. 1991. The Mesozoic province of Northwest Africa: a volcano-tectonic record of the early opening of Central Atlantic. In: Kampunzu A.B. & Lubala R.T. (Eds.) - *Magmatism in extensional structural settings*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 147-188.

Bertrand H., Dostal J. & Dupuy C. 1982. Geochemistry of Early Mesozoic tholeiites from Morocco. *Earth Planet. Sci. Lett.* 58, 225-239.

Bouabdelli A. 1987. *Étude pétrologique et géochimique des lamprophyres et roches associées de la région de Tamazert (Haut Atlas de Midelt, Maroc)*. Thèse Univ. Montpellier, 162 p.

Bouabdelli M., Hoernle K., Kchit A., Duggen S., Hauff F., Klügel A., Lowry D. & Beaudoin G. 2010. Petrogenesis of the Eocene Tamazert continental carbonatites (Central High Atlas, Morocco): implications for a common source for the Tamazert and Canary and Cape Verde Island carbonatites. *J. Petrology*, 51, 8, 1655-1686.

Bougadir B. 1998. *Évolutions magmatiques, métamorphiques et hydrothermales anté-phase compressive dans la région d'Imilchil (Haut Atlas central, Maroc). Implications géodynamiques*. Thèse d'État Univ. Marrakech, 165 p.

Haddoumi H., Charrière A. & Mojon P.O. 2010. Stratigraphie et sédimentologie des « Couches rouges » continentales du Jurassique-Crétacé du Haut Atlas central (Maroc) : implications paléogéographiques et géodynamiques. *Geobios*, 43, 431-451.

Hailwood E.A. & Mitchell J.G. 1971. Paleomagnetic and radiometric dating results from Jurassic intrusions in South Morocco. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 24, 351-364.

Harmand Ch. & Laville E. 1983. Magmatisme alcalin mésozoïque et phénomène thermiques associés dans le Haut Atlas Central (Maroc). *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf. Aquitaine*, 7, 1, 967-976.

Laville E. 1985. *Évolution sédimentaire, tectonique et magmatique du bassin Jurassique du Haut-Atlas (Maroc) : modèle en relais multiples de décrochements*. Thèse d'État Univ. Montpellier, 166 p.

Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A. & Zanettin B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J. Petrology*, 27, 745-750.

Mattauer M., Tapponnier P. & Proust F. 1977. Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, XIX, 521-526.

Monbaron M. 1980. Le magmatisme basique de la région de Taglaft, dans son contexte géologique régional (Haut Atlas central, Maroc). *C.R. Acad. Sci. Paris, D*, 290, 1337-1340.

Monbaron M. & Just E. 1980. Les roches magmatiques basiques de la région de Taglaft (Haut Atlas central, Maroc) : relations spatiales et génétiques. *Mines, Géol. & Énergie*, Rabat, 48, 45-50.

Monbaron, M. 1981. Sédimentation, tectonique synsédimentaire et magmatisme basique : l'évolution paléogéographique et structurale de l'Atlas de Béni Mellal (Maroc) au cours du mésozoïque ; ses indices sur la tectonique tertiaire. *Eclogae. geol. Helv.* 74/3, 625-638.

Souhel A. 1996. *Le mésozoïque dans le haut Atlas de Béni-Mellal (Maroc)*. Thèse d'État, Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech, 235 p.

Verati C., Rapaille C., Feraud G., Marzoli A., Bertrand H. & Youbi N. 2007. ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages and duration of the Central Atlantic Magmatic Province volcanism in Morocco and Portugal and its relation to the Triassic-Jurassic boundary. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 244, 308-325.

Zayane R., Essaifi A., Maury R.C., Piqué A., Laville E. & Bouabdelli M. 2002. Cristallisation fractionnée et contamination crustale dans la série magmatique jurassique transitionnelle du Haut Atlas Central (Maroc). *C.R. Geoscience*, 334, 97-104.

Manuscrit reçu le 15 décembre 2009
Version modifiée acceptée le 20 juillet 2011