



ACTIVITE AMONT
CENTRE DE RECHERCHE ET DE
DEVELOPPEMENT

Sgp5

5^{EME} SEMINAIRE
DE GEOLOGIE PETROLIERE

Recueil Des Résumés



S04 Bassins Occidentaux

DISTRIBUTION ET EPAISSEURS DES ROCHES MAGMATIQUES MESOZOIQUES DANS LE BASSIN DE REGGANE

M.C.CHABOU*, R.KHETTAL*, A. SEBBAH*, B. BENRABAH**

* ENP EI HARRACH

**SONATRAC / Division BSD, Boumerdès

Le bassin de Reggane a connu une intense activité magmatique au début du Jurassique. Cette activité magmatique s'est traduite par la mise en place principalement de dolérites. Les roches éruptives se rencontrent en affleurement et en sondage sous forme de dyke et de sills dont l'extension est relativement importante. Les sills sont répondus principalement dans le Dévonien Supérieur (Famenien) et à moindre degré dans le Carbonifère (Tournaisien, Viséen et Namurien).

Nous présenterons une synthèse des travaux géochimiques et géochronologiques effectués sur ces roches magmatiques, ainsi qu'un ensemble de carte en isopaques réalisées à partir des sondages effectués dans le bassin de Reggane. Ces cartes illustrent les variations des épaisseurs des roches magmatiques et montrent l'importance du magmatisme qui couvre toute la superficie du bassin. Elles permettent aussi de localiser les directions des accidents majeurs qui ont contrôlés la montée du magma lors de la phase de distension Jurassique.

Enfin, la mise en place de ses roches magmatiques dans le bassin de Reggane aurait eu une grande influence sur la maturation de la matière organique des roches mères.

DISTRIBUTION ET EPAISSEURS DES ROCHES MAGMATIQUES MESOZOÏQUES DANS LE BASSIN DE REGGANE

M.C. CHABOU¹, F. KHETTAL¹, A. SEBAI¹, B. BENRABAH².

¹ Ecole Nationale Polytechnique, Département Génie Minier, 10, avenue Hassen Badi, B.P. 182, El-Harrach, Alger, Algérie. E-mail : mchabou@caramail.com

² Direction des Affaires Internationales, Sonatrach, Boumerdès, Algérie.

Résumé

Le bassin de Reggane a connu une intense activité magmatique au début du Jurassique. Cette activité magmatique s'est traduite par la mise en place principalement de dolérites. Les roches éruptives se rencontrent en affleurement et en sondage sous forme de dykes et de sills dont l'extension est relativement importante. Les sills sont répandus principalement dans le Dévonien supérieur (Famennien) et à moindre degré dans le Carbonifère (Tournaisien, Viséen et Namurien).

Nous présenterons une synthèse des travaux géochimiques et géochronologiques effectués sur ces roches magmatiques, ainsi qu'un ensemble de cartes en isopaques réalisées à partir des sondages effectués dans le bassin de Reggane. Ces cartes illustrent les variations des épaisseurs des roches magmatiques et montrent l'importance du magmatisme qui couvre toute la superficie du bassin. Elles permettent aussi de localiser les directions des accidents majeurs qui ont contrôlés la montée du magma lors de la phase de distension jurassique.

Enfin, la mise en place de ces roches magmatiques dans le bassin de Reggane aurait eu une grande influence sur la maturation de la matière organique des roches mères.

Mots clés : Bassin de Reggane – Magmatisme mésozoïque – Dolérite – PMAC.

1-Introduction

L'existence de roches magmatiques mésozoïques de composition basique (dolérites) dans le bassin de Reggane est connue depuis longtemps (1). Très peu d'études leur ont été consacrées. Seules quelques analyses de roches totales en éléments majeurs et des analyses géochronologiques ont été effectuées : les premières ont permis de caractériser l'affinité tholéitique de ces roches; les secondes, de dater les intrusions à la limite Trias-Lias. Ces rares études ont permis de rattacher ce magmatisme à celui de la grande province magmatique de l'Atlantique Central (PMAC). Contrairement aux autres régions de cette province, ce magmatisme reste encore mal connu en Algérie.

Les principaux objectifs de ce travail sont les suivants :

- 1) Présenter la répartition et les études consacrées au magmatisme triasico-liasique du bassin de Reggane.

- 2) Réaliser, pour la première fois, des cartes en isopaques montrant la distribution et les épaisseurs des roches magmatiques mésozoïques dans le bassin de Reggane.
- 3) Discuter de l'influence de ce magmatisme sur le potentiel en hydrocarbures de la région étudiée.

2- Contexte géologique régional

La région d'étude concerne le bassin de Reggane situé au Sud-Ouest de la plate forme saharienne. Occupant une superficie de 140 000 km², il se situe entre les longitudes 00°35' E et 4° 25' W et les latitudes 24° 30' et 28° N.

Le bassin de Reggane est limité :

- ☞ Au Nord, par la chaîne d'Ougarta et les massifs infracambriens du Touat ;
- ☞ Au Sud et au Sud-Ouest, par les affleurements du massif précambrien des Eglab ;
- ☞ A l'Ouest, par le môle de Bou Bernous qui le sépare du bassin de Tindouf ;
- ☞ A l'Est, il est séparé du bassin de l'Ahnet par l'ensellement de l'Azzel-Matti.

Du point vu géologique, il correspond à une dépression dissymétrique orientée NW-SE dont la partie la plus profonde est située près de la chaîne d'Ougarta. A l'opposition de ce flanc NE très redressé, le flanc SW constitue un monoclinale important avec un pendage doux vers le massif des Eglab.

Dans le bassin de Reggane, la couverture sédimentaire est représentée essentiellement par des sédiments détritiques du Paléozoïque. La couverture peut atteindre une puissance dépassant les 6500 m. Le Paléozoïque débute par une série gréseuse du Cambrien qui est surmontée par une série argilo-gréseuse ordovicienne. Le Silurien est représenté par des argiles noires à Graptolites. Le Dévonien débute par une série argilo-gréseuse à intercalations calcaires surmontée par une série argilo-calcaire et se termine par une puissante série argileuse. Le Carbonifère débute par une série gréseuse, puis argilo-gréseuse, et enfin calcaire. Le haut de la série paléozoïque est marqué par des évaporites et des formations continentales du type « formations rouges ».

Le Mésozoïque débute par un conglomérat à galets polygéniques contenant quelques débris de dolérites triasico-liasiques. Au-dessus, le continental intercalaire datée du Jurassique au Cénomaniens inférieur est argilo-sableux. Le Tertiaire et les formations récentes du bassin de Reggane sont représentés par la Hamada de Grizim et les dunes de l'Erg Chech.

3- Le magmatisme mésozoïque du bassin de Reggane

a- En affleurement

Les roches éruptives affleurent en surface sur le flanc oriental redressé du bassin de Reggane (Région de Bled el Mass à l'est, et dans le Touat au nord-est). Elles se présentent sous forme de sills et de dykes (figures 1 et 2) :

- **dans le Touat**, à 85 km au Nord-Ouest de Reggane, **deux sills de dolérite**, l'un interstratifié dans les couches du Famennien, et le second dans le Namurien, sont reliés par un **dyke**, qui recoupe le Dévonien et le Viséen jusqu'au Namurien (figure 1) ;
- un autre **système de sills** et de **dykes doléritiques** affleure à quelques kilomètres à l'Est et au Sud-Est de Reggane. Ce système comprend (figure 2) :
 - **le sill d'Aïn ech Chebbi**, de direction nord-sud, qui se suit sur une dizaine de kilomètre et s'interstratifie dans le Tournaisien ;
 - **les dykes de Hassi Taïbine**, qui recoupent toute la série paléozoïque jusqu'au Namurien continental. Il s'agit principalement de **deux dykes** orientés NE-SO, qui se rejoignent au sud-ouest dans le Namurien inférieur. *Le premier dyke*, orienté N50, recoupe *un sill* de direction N-S interstratifié dans le Namurien supérieur. A l'est, *ce dyke* semble alimenter *un second sill* de direction N-S interstratifié dans le Famennien. *Le second dyke*, de direction N70, communique avec *un sill* de direction N-S, dont l'extension et l'épaisseur semblent être considérable. *Ce sill* s'interstratifie dans les formations du Famennien et du Tournaisien, en épousant la forme plissée des roches encaissantes, et se suit sur plus de 100 km au sud ;
 - à une cinquantaine de kilomètres au sud-est de Reggane, un **dyke** orienté NE-SO (30°N), recoupe les séries du Tournaisien et du Viséen, et se suit sur plus de 20 kilomètres.

Les études pétrographiques et géochimiques (essentiellement des analyses en éléments majeurs) (2,3) ont montré que ces roches sont des dolérites caractérisées par une structure ophitique à sub-ophitique. Les principaux minéraux sont les plagioclases et les clinopyroxènes, avec accessoirement de l'orthopyroxène, du feldspath potassique, du quartz secondaire, des oxydes de fer, de l'olivine et de l'apatite. Avec des teneurs en SiO₂ comprises entre 48,75 et 52,73 %, toutes les roches analysées correspondent à des basaltes. Les teneurs en TiO₂ de la plupart de ces roches sont faibles (0,84 à 1,30 %) et comparables à celles des tholéiites pauvres en titane (LTi) de la PMAC (tableau 1).

Quelques datations géochronologiques par la méthode K-Ar ont été effectuées sur ces roches, et sont indiquées dans le tableau 2. Les études publiées par J. Conrad (4,5) indiquent un âge jurassique (164 à 192 Ma) pour deux échantillons du Touat et un autre de la région de Reggane. Une étude inédite plus récente de la Sonatrach (3) sur ces mêmes roches confirme leur âge Mésozoïque. De plus, les mesures effectuées sur les roches les plus fraîches (les sills d'Aïn ech Chebbi et le dyke de Hassi Taïbine) sont identiques à ceux des autres régions de la PMAC (199 à 201 Ma) et indiquent que toutes les roches de la région de Reggane, à l'instar des autres roches de la PMAC, se sont probablement mises en place à la limite Trias-Jurassique.

Une autre étude sur le paléomagnétisme des dolérites du bassin de Reggane a confirmé leur âge jurassique (limite Trias-Jurassique) (6).

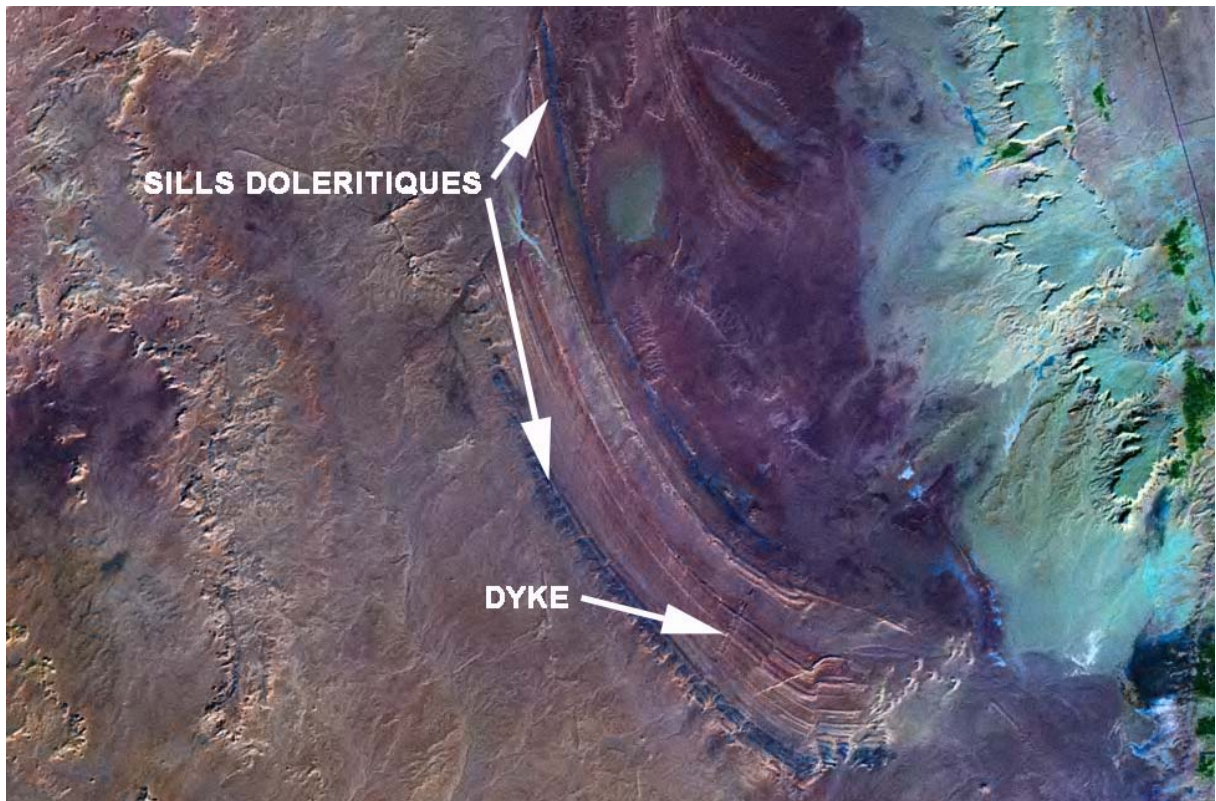


Figure 1 : Photo satellite LANDSAT de la région du Touat montrant deux sills doléritiques reliés par un dyke

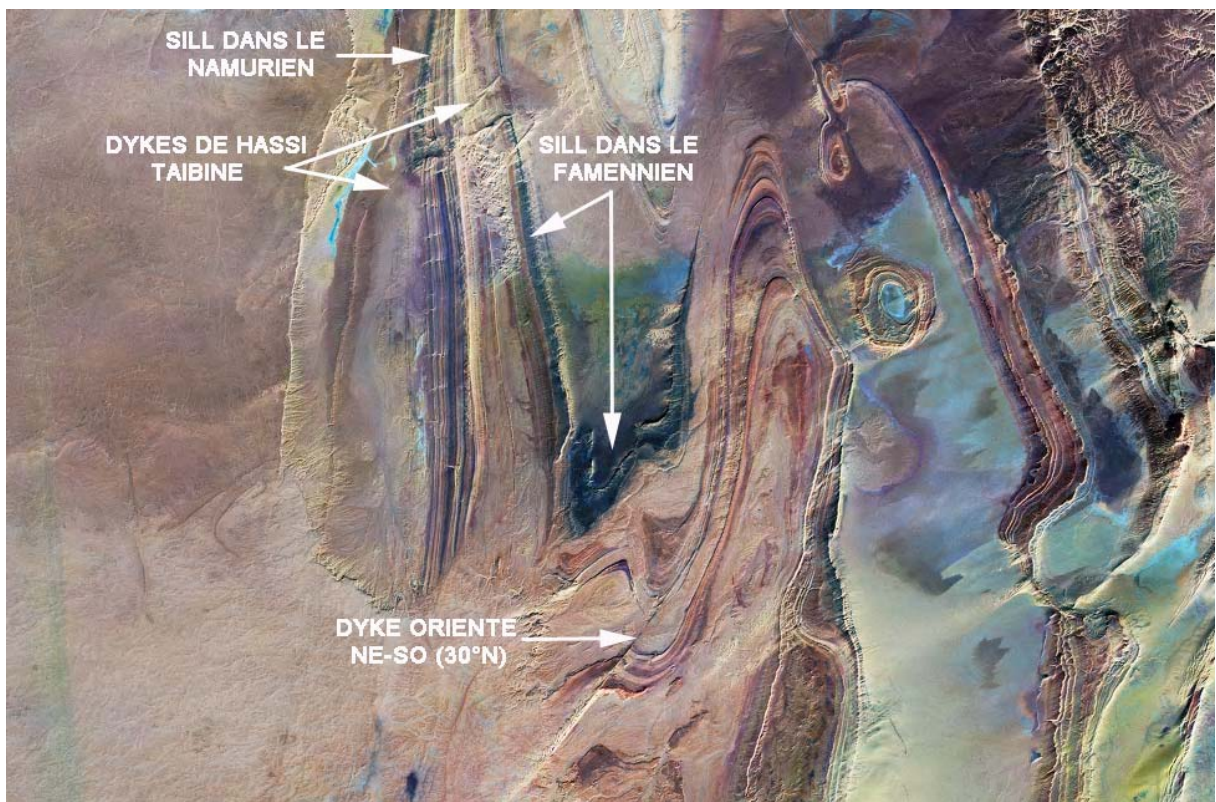


Figure 2 : Image du satellite LANDSAT montrant les affleurements des dykes et des sills doléritiques au Sud-Est de Reggane

b- En sondage

Presque tous les sondages effectués dans le bassin de Reggane ont traversé des dolérites gisant sous forme de dykes ou de sills (figure 3). Les cartes sismiques ont montré que ces dolérites sont présentes en subsurface sur l'ensemble du bassin (3). La dimension des sills peut dépasser 100 m d'épaisseur et 200 kilomètres de longueur. Les dolérites du bassin de Reggane sont surtout répandues dans le Dévonien supérieur (Famennien) et à moindre degré dans le Carbonifère (Tournaisien, Viséen et Namurien). Ceci a été expliqué par le fait que ces couches sont essentiellement composées d'argiles, qui sont caractérisées par leur faible résistance, et où les sills doléritiques peuvent se mettre en place facilement en leur sein (3). D'autre part, l'épaisseur importante de ces formations sédimentaires dans le bassin de Reggane a favorisé le dépôt des roches magmatiques car la quantité de leur mise en place augmente si les dimensions de l'intervalle sédimentaire venaient à augmenter également. Ces deux causes pourraient expliquer la prédilection des dolérites fini-triasiques pour les couches mentionnées précédemment.

4- Distribution et épaisseurs du magmatisme mésozoïque dans le bassin de Reggane

Un ensemble de trois cartes en isopaques ont été réalisées pour illustrer la distribution et les variations des épaisseurs des roches magmatiques à l'échelle du bassin de Reggane. Pour cela, nous avons examiné l'ensemble des log habillés des sondages du bassin de Reggane (72 puits). Les épaisseurs des roches magmatiques ont été relevées, ainsi que les renseignements nécessaires pour la réalisation des cartes (coordonnées des puits notamment). Les cartes ont été réalisées en utilisant le logiciel SURFER 7. On a retenu une vingtaine de puits pour la réalisation de ces cartes. Le reste des puits n'ont pu être pris en considération, car il s'agit de sondages peu profonds (core drill) qui n'ont pas atteint les horizons des roches magmatiques. Pour la carte en isopaques des épaisseurs totales, on a utilisé les puits qui ont recoupés une grande partie des étages du Paléozoïque.

La figure 4 présente les isopaques des épaisseurs totales des roches magmatiques dans le bassin de Reggane. Ces roches présentent un maximum d'épaisseur dans les régions du Djebel Heirane Nord et de Rezeg Allah Nord.

Ces roches présentent aussi une épaisseur importante suivant une direction NW-SE (AZSE-RG-TIO-DJHN). C'est le long de cette direction que s'alignent les principales structures du flanc Nord-Est du bassin de Reggane. Les maximums d'épaisseurs observés dans la région de DJHN-1 et 2 pourraient se situer à l'intersection de deux accidents, l'un de direction NW-SE et l'autre de direction N-S.

La figure 5 montre les isopaques des roches magmatiques dans le Famennien du bassin de Reggane. Les maximums d'épaisseurs se concentrent aussi dans les régions du Djebel Heirane Nord et de Rezeg Allah Nord.

EST

OUEST

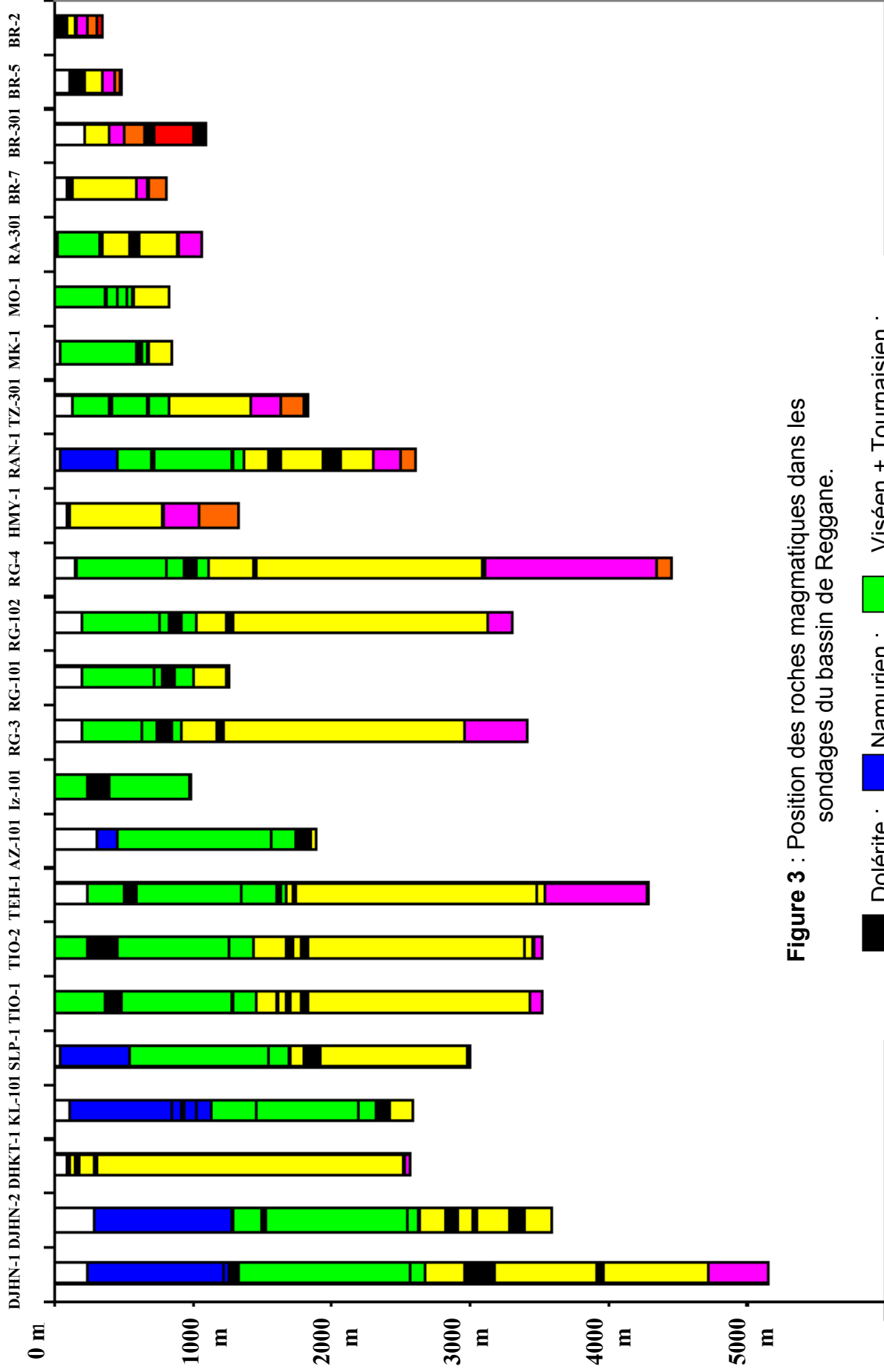


Figure 3 : Position des roches magmatiques dans les sondages du bassin de Reggane.

- Dolérite ; ■ Namurien ; ■ Viséen + Tournaisien ;
- Dévonien ; ■ Silurien ; ■ Ordovicien ;
- Cambrien + Précambrien.

	AB-1	HTB	ACB	RAN-1	S-28	S-29	M2304	M2303	M1401-H	M1401-T	M1408-H	A3006
SiO ₂	52,2	49,19	52,07	48,75	51,51	51,39	51,98	53,23	51,82	52,73	52,3	52,28
TiO ₂	1,303	1,223	1,163	0,93	0,835	0,858	1,15	1,29	1,08	1,17	1,16	1,14
Al ₂ O ₃	13,49	12,98	14,42	13,46	16,15	14,83	14,49	13,98	14,28	14,31	14,26	14,92
FeO*	12,53	11,66	10,86	10,65	8,39	9,44	10,087	11,13	10,171	10,47	10,38	9,352
MnO	0,199	0,188	0,134	0,185	0,142	0,154	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15
MgO	5,65	5,49	6,1	7,79	6,64	7,51	7,01	5,72	7,64	6,17	6,95	6,52
CaO	8,98	9,28	9,94	11,82	11,45	10,94	10,38	9,48	10,54	9,74	10,44	10,91
Na ₂ O	2,76	2,49	2,2	2,1	2,74	2,25	2,28	2,44	2,12	2,36	2,14	2,11
K ₂ O	0,85	0,69	1,53	0,34	0,64	0,58	0,67	0,81	0,67	0,88	0,66	0,85
P ₂ O ₅	0,174	0,145	0,14	0,097	0,128	0,131	0,14	0,16	0,13	0,14	0,14	0,14
PAF	1,1	7,2	1,1	3,2	1,2	0,7	0,7	1	0,7	1,3	1,10	1
Total	99,236	100,68	99,89	99,52	99,825	98,783	99,31	99,8	99,6	99,75	99,89	99,80
Réf.	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

Tableau 1 : Synthèse des analyses géochimiques des roches magmatiques du bassin de Reggane. **AB-1, ACB, M2304 et M2303** : Sill d'Aïn ech Chebbi. **M1401-T** : Sill au nord de Hassi Taïbine. **M1401-H, M1408-H et HTB** : Dyke de Hassi Taïbine. **A3006** : Dyke de dolérite, dans le Touat (Adrar, nord-est du bassin de Reggane). **RAN-1** : Sill dans le Viséen du sondage RAN-1 (707 m). **S-28 et S-29** : Sill sous les formations récentes dans la région de Brini (Sud du Bassin de Reggane). PAF = Perte au feu.

Type de formation	Localisation	Méthode de datation	Nature de l'échantillon	Age (Ma)	Référence
Dolérite	Touat	K-Ar	Roche totale	185	(5)
Dolérite	Touat	K-Ar	Roche totale.	192	(5)
M 3006	Touat	K-Ar	Roche totale	164 ± 2	(3)
JC-1644 sill	Reggane	K-Ar	Roche totale	168,9	(5)
M2304 sill	Reggane	K-Ar	Roche totale	196 ± 5	(3)
M2303 sill	Reggane	K-Ar	Roche totale	202 ± 2	(3)
M1401-H dyke	Reggane	K-Ar	Roche totale	199 ± 2	(3)
M 1401-T sill	Reggane	K-Ar	Roche totale	187 ± 1	(3)
M 1408-H dyke	Reggane	K-Ar	Roche totale	196 ± 3	(3)

Tableau 2 : Datation des dolérites du bassin de Reggane.

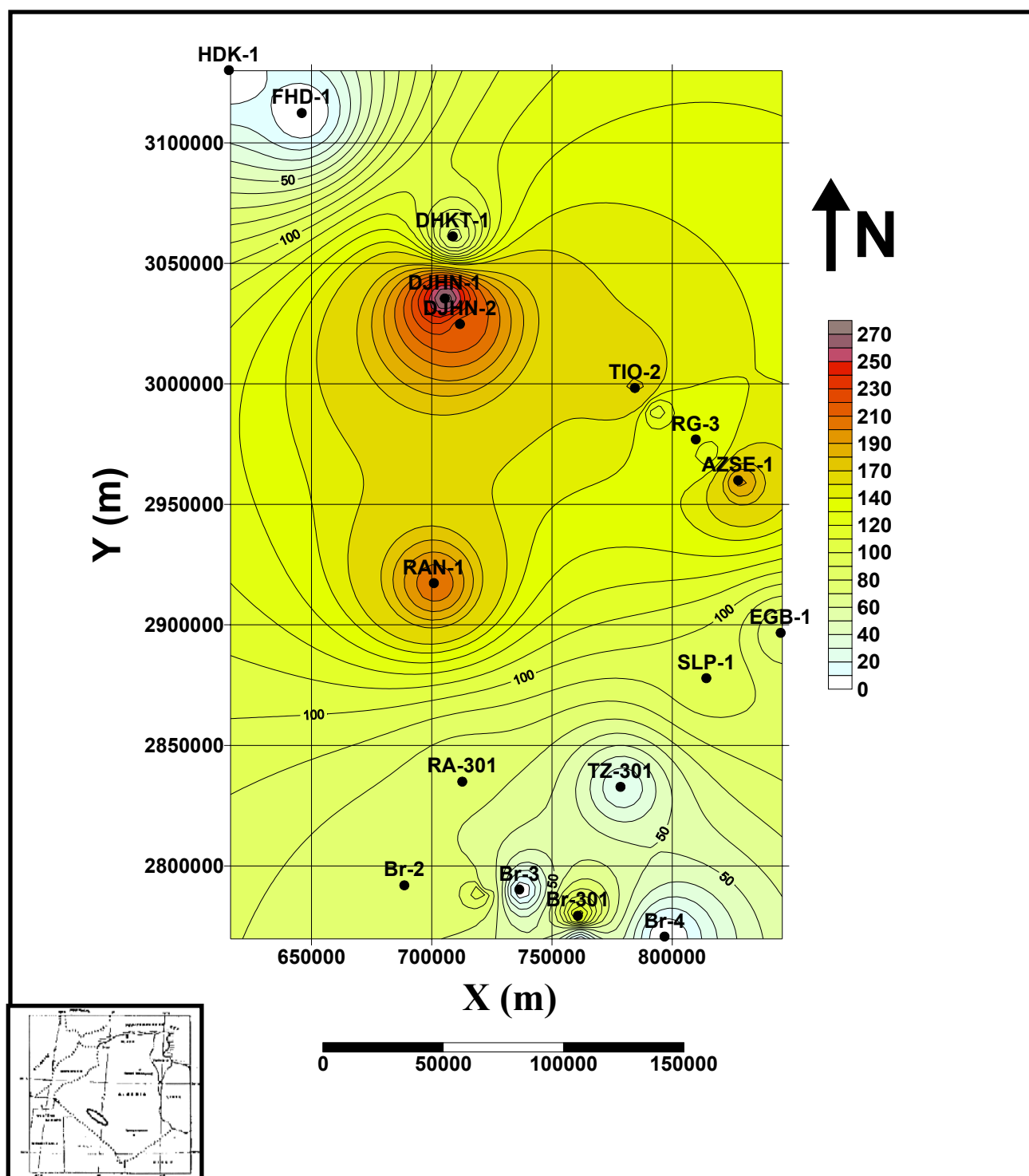


Figure 4 : Carte en isopaques des roches magmatiques (épaisseurs totales) du bassin de Reggane

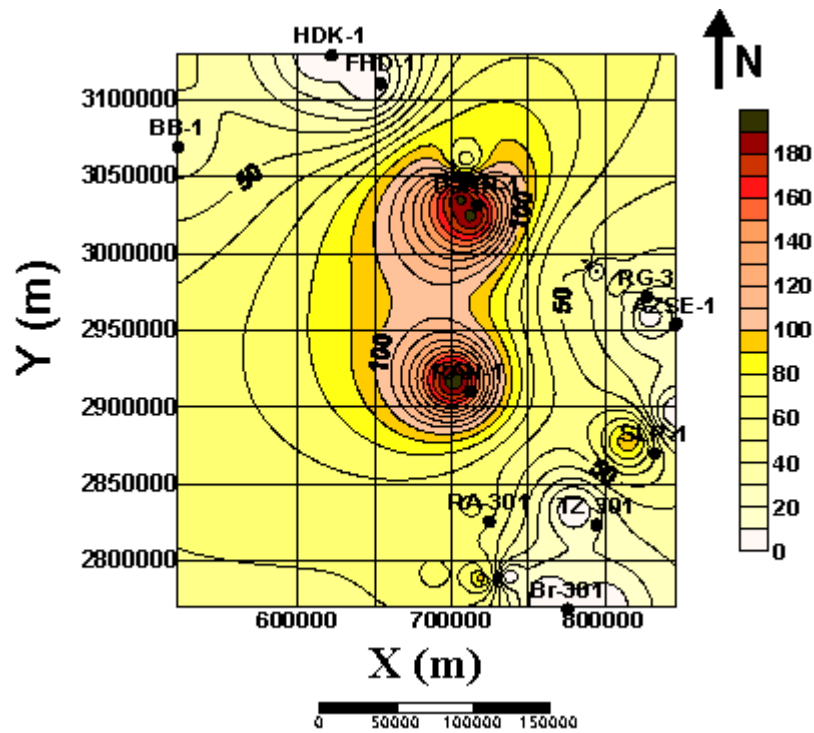


Figure 5 : Carte en isopaques des roches magmatiques dans le Famennien du bassin de Reggane

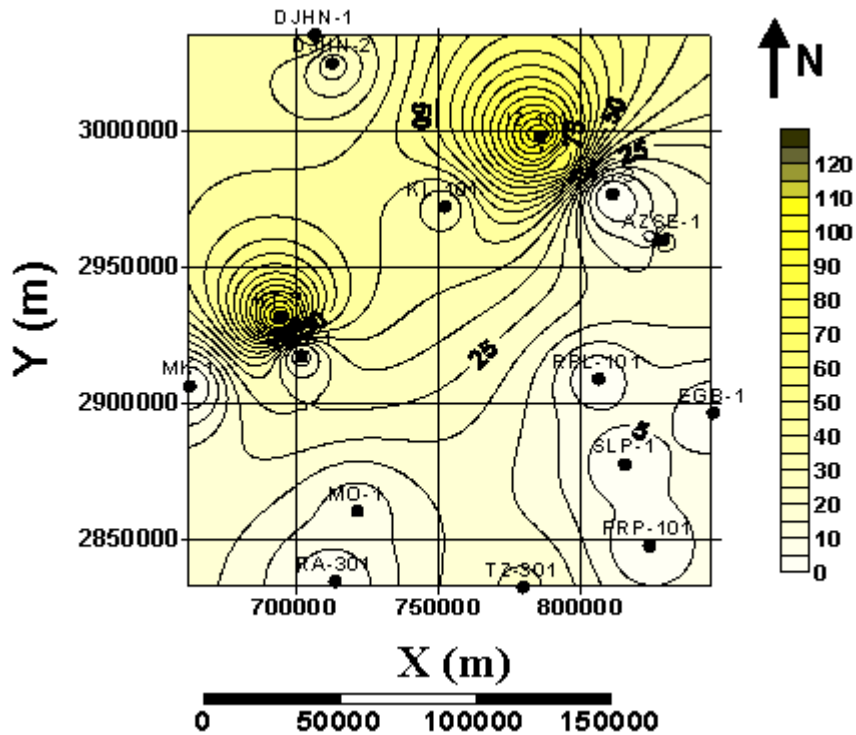


Figure 6 : Carte en isopaques des roches magmatiques dans le Viséen du bassin de Reggane

La figure 6 présente les isopaques des roches magmatiques dans le Viséen du bassin de Reggane. Il est remarquable de noter que les maximums d'épaisseurs dans le Viséen se situent le long d'une direction NE-SO. Les dykes de la PMAC sont orientés le long de cette direction (Exemple : les dykes de Ksi-Ksou et de Hassi Taibine en Algérie).

5- Influence du magmatisme sur le potentiel en hydrocarbures du bassin de Reggane

Un événement thermique majeur d'âge triasico-liasique (200 Ma) a été récemment mis en évidence dans le bassin de Reggane (7). Cet épisode thermique coïncide avec la mise en place du magmatisme lié à l'ouverture de l'Atlantique central dans la région.

Cet événement thermique est le principal qu'a connu le bassin de Reggane durant son histoire et aurait eu une grande influence sur la maturation de la matière organique (figure 7). Des événements thermiques similaires, et de même âge sont aussi connus au Maroc (8) et dans le bassin de Taoudenni (9) et sont liés à l'ouverture de l'Atlantique central.

La mise en évidence de cet événement à une grande implication quant à l'histoire des systèmes pétroliers de la région. Toutes les études effectuées sur le bassin de Reggane indiquent que le maximum de génération des hydrocarbures se situe vers 300-350 Ma en ne tenant compte que de l'histoire d'enfouissement. Cependant, une deuxième phase plus importante, se serait produite à la limite Trias-Jurassique et aurait probablement provoqué une élévation importante de la maturité de la matière organique, en épuisant le potentiel pétrolier généré lors de la première phase, et en conduisant à la formation des gisements de gaz dans la région (7).

Selon certains auteurs (10,11), la genèse de la province magmatique de l'Atlantique Central a été interprétée en termes d'interaction entre un point chaud et la lithosphère continentale. Ce panache se serait mis en place sous le craton ouest africain. Pour rendre compte de l'étendue de la province, ces auteurs supposent que le matériel du panache a été entraîné par les courants mantelliques vers le nord-est, en empruntant les zones de faiblesses de la lithosphère et notamment les régions ayant été affectées par l'orogénèse pan-africaine et hercynienne. Ce panache serait responsable de l'événement thermique qui aurait affecté l'Afrique de l'Ouest et notamment les bassins occidentaux du Sahara algérien.

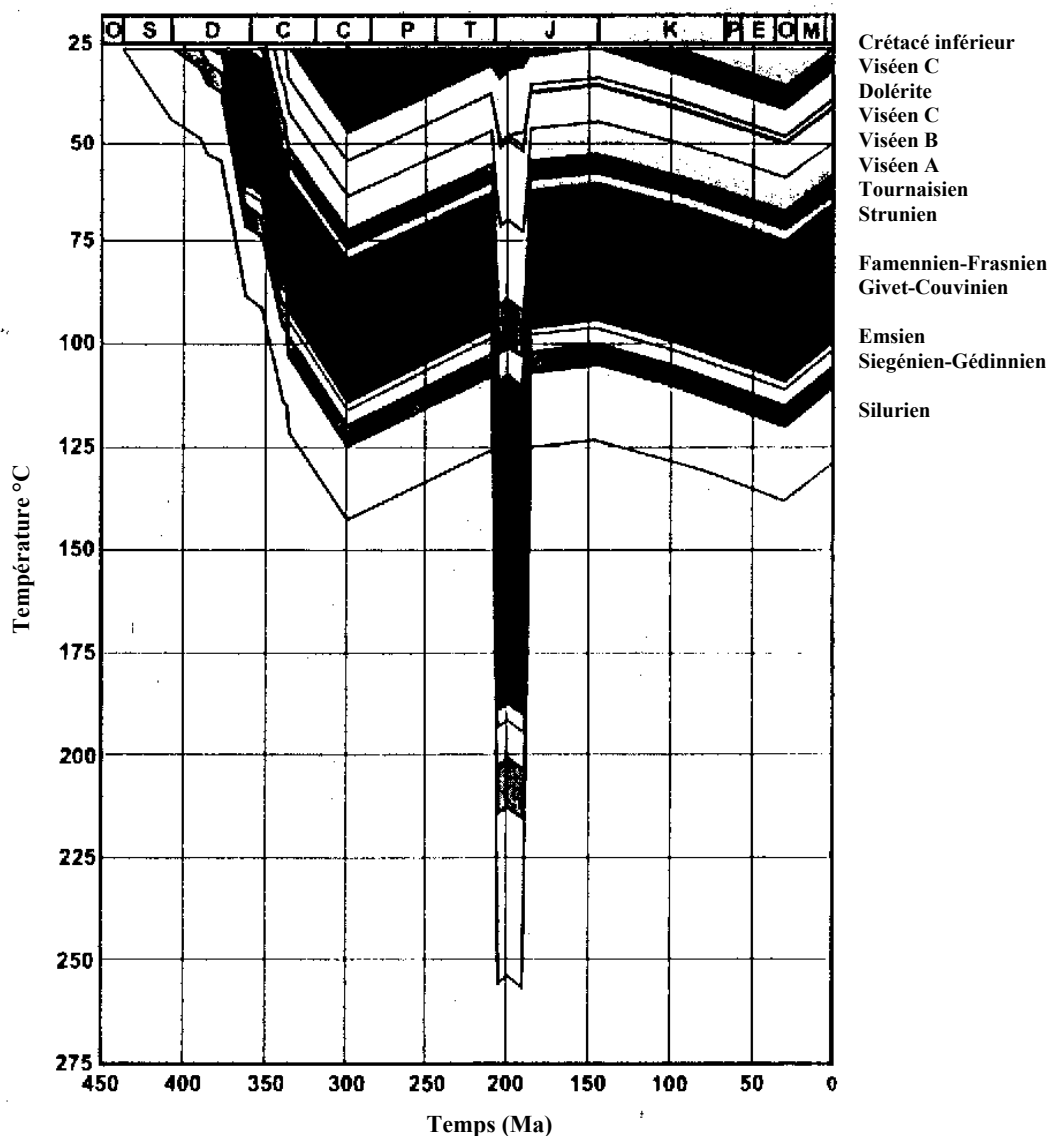
7- Conclusion

1- Le bassin de Reggane a été le siège d'une importante activité magmatique fini-triasique, qui s'est manifestée sous forme de dykes et de sills. La série primaire du bassin est recoupée par des dykes auxquels sont associés des sills qui se sont mis en place surtout dans les couches du Dévonien supérieur (Famennien) et du Carbonifère.

2- Les cartes en isopaques des roches magmatiques du bassin de Reggane nous permettent de suivre les variations des épaisseurs de ces roches à l'échelle du bassin, et de localiser la direction des accidents majeurs qui ont contrôlés la montée

du magma lors de la phase de distension jurassique. Ainsi, les maximums d'épaisseurs des roches magmatiques se situent le long des directions NW-SE et N-S. Par contre, dans le Viséen, les maximums d'épaisseurs se situent le long d'un accident orienté NE-SO (probablement un dyke).

3- La mise en place de ce magmatisme, contemporain d'un évènement thermique majeur récemment mis en évidence dans le bassin de Reggane pourrait avoir une influence non négligeable sur son potentiel en hydrocarbures.



**Figure 7 : Histoire thermique du bassin de Reggane (puits RG-3)
[d'après (7)]**

Légende : O : Ordovicien ; S : Silurien ; D : Dévonien ; C : Carbonifère ;
P : Permien ; T : Trias ; J : Jurassique ; K : Crétacé ; P : Paléocène ; E : Eocène ;
O : Oligocène ; M : Miocène.

8- Références

- (1) **J. Fabre** : Introduction à la géologie du Sahara algérien. *SNED, Alger 1976*, 422 p.
- (2) **M.C. Chabou** : Etude pétrographique et géochimique du magmatisme mésozoïque de l'Ouest de la plate-forme saharienne. *Mémoire de Magister. Ecole Nationale Polytechnique. Inédit. 2001. 181 p.*
- (3) **M. Benseradj** : Etude des dolérites dans le bassin de Reggane. Conséquences sur les accumulations en hydrocarbures. *Rapport inédit. Sonatrach, Exploration, 1996, 37 p.*
- (4) **J. Conrad** : Distension Jurassique et tectonique éocrétacée sur le nord-ouest de la plate-forme africaine (Bassin de Reggane, Sahara central). *C. R. Acad. Sci. Paris, 274 (1972), 2423-2426.*
- (5) **J. Conrad** : Les séries carbonifères du Sahara central algérien : stratigraphie, sédimentation, évolution structurale. *Thèse d'Etat, Université d'Aix Marseille.*
- (6) **B. Smith, B. Bayou, M.E.M. Derder, B. Henry, A. Yelles-Chaouche et H. Djellit** : Tectonic history of the dolerites from the Reggane basin (Algeria) as evidenced by the Paleomagnetism. *ESG XXII General Assembly, Nice, France, 1998.*
- (7) **P. Logan et I. Duddy** : An investigation of the thermal history of the Ahnet and Reggane Basins, Central Algeria, and the consequences for hydrocarbon generation and accumulation. *In : D.S. MacGregor, R.T.J. Moody, D.D. Clark-Lowes (Eds.), Petroleum Geology of North Africa. Geol. Soc. Lond., Spec. Publ., 132 (1998), 231–263.*
- (8) **S. Huon, J.J. Cornée, A. Piqué, N. Rais, N. Clauer, N. Liewig et R. Zayane** : Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triasico-liasique liés à l'ouverture de l'Atlantique. *Bull. Soc. Géol. France, 164 (1993), 165-176.*
- (9) **A. Piqué et E. Laville** : L'ouverture initiale de l'Atlantique central. *Bull. Soc. Géol. Fr., 6 (1995), 725-738.*
- (10) **M. Wilson** : Thermal evolution of the Central Atlantic passive margins : Continental break-up above a Mesozoic super-plume. *Journal of the Geological Society of London, 154 (1997), 491-495.*
- (11) **R. Oyarzun, M. Doblas, J. Lopez-Ruiz et J.M. Cebria** : Opening of the central Atlantic and asymmetric mantle upwelling phenomena: Implications for long-lived magmatism in western North Africa and Europe. *Geology, 25 (1997), 727-730.*