

Apport de la gravimétrie à l'étude de la structure du bassin de Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem (Centre de la Tunisie)

Gravimetry contribution to the structural study of the Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem Basin (Central Tunisia)

Abir GUIDARA ¹, Chokri JALLOULI ¹, Abdallah BEN MAMMOU ²
& Mohamed Moncef TURKI ²

Abstract: This study aims at improving knowledge of the geometry of the aquifers of Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem; it is based on the analysis and interpretation of the gravimetric data. The chart of the residual gravimetric anomalies provides information on the variation of the ground density. Data filtering allows us to emphasize the structures affecting the aquifer. We have chosen the techniques Magnitude of the Horizontal Gradient (MGH) which make it possible to determine the site of contrasts of densities (fault, geological limits). The structural map of the zone, established from the gravimetric data while holding account of the observations of surface, constitutes an useful document for rationalize the future groundwater exploitation in the basin.

Key Words: Gravimetry, geometry of the aquifers, Magnitude of the Horizontal Gradient (MGH), Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem Basin.

Résumé: Cette étude vise à améliorer la connaissance de la géométrie des aquifères du Bassin de Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem en se basant sur l'analyse et l'interprétation des données gravimétriques. La carte des anomalies gravimétriques résiduelles fournit des informations sur la variation de la densité du sous-sol. Des transformations des anomalies observées ont été effectuées afin de mieux observer l'effet des structures affectant le bassin. Nous avons choisi les techniques qui se basent sur le calcul des gradients permettant de déterminer l'emplacement des contrastes de densité (faille, limites géologiques). La carte structurale de la zone, établie à partir des données gravimétriques tout en tenant compte des observations de surface, constitue un document susceptible de rationaliser les futurs travaux d'exploitation des eaux souterraines dans le bassin.

Mots Clés : Gravimétrie, géométrie des aquifères, Magnitude du Gradient Horizontal (MGH), Bassin Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem.

INTRODUCTION

Le bassin de Nadhour -Saouaf-Sisseb-El Alem, situé au centre de la Tunisie, fait partie d'un grand système aquifère qui s'étend sur près de 900 Km² de superficie. La structure géologique de la zone d'étude est relativement simple. Du Nord au Sud, la carte géologique (Fig.1) montre les morphologies et les structures suivantes: le synclinal de Nadhour -Saouaf; l'anticlinal de Jebel Fadhloun; le synclinal de Sisseb; la plaine d'El Alem; le monoclinale de Drâa Souatir; le monoclinale de Sbikha et la plaine de Kairouan. Les structures géologiques limitant le secteur d'étude montrent des accidents de différentes directions: sub-méridienne (Draa Souatir), N140 à N150 (Oued Nebhana, Saouaf), N90 (Jebel Fadhloun).

⁽¹⁾ Faculté des sciences de Tunis, Département de Géologie, Unité des Recherches Dynamiques des Bassins Sédimentaires, Paléoenvironnement et structures géologiques, Département de Géologie, Université de Tunis El Manar 2092 TUNISIE.

⁽²⁾ Faculté des sciences de Tunis, Laboratoire des Ressources Minérales et Environnement, Département de Géologie, Université de Tunis El Manar 2092 TUNISIE.

* guiabir@yahoo.fr

Les prolongements de ces accidents dans la plaine Sisseb-El Alam (Sud-Est de la zone d'étude) sont masqués par les dépôts quaternaires.

Dans ces conditions, un complément d'investigations sur l'ensemble du bassin, notamment par les méthodes indirectes telles que les techniques géophysiques, devient nécessaire en vue de localiser ces structures et ces accidents et contribuer à une meilleure connaissance de la géométrie du système aquifère.

CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le synclinal Nadhour-Saouaf est limité vers le nord ouest, par le grand accident de Zaghouan et vers le Sud, par un accident E-W qui sépare le synclinal de Nadhour-Saouaf de la plaine d'effondrement du Sisseb. Cette dernière faille n'est pas visible en surface. Cette structure synclinale couvre l'essentiel des superficies des délégations Saouaf et Nadhour. Elle constitue la terminaison septentrionale de la grande structure aquifère Nadhour-Saouaf-Sisseb-El Alem. L'unité de Sisseb-El Alem correspond à une structure effondrée limitée à l'Est et à l'Ouest par des failles subméridiennes de Sbikha et de Ktifa. Au Nord et au Sud, cette unité est limitée respectivement par la faille de Fadhloun et le décrochement dextre normal d'El Batène-Draa Souatir.

Compte tenu de la géologie de surface et des données des forages réalisés (HAMZA, 1990, 1992 ; MENCİK *et al.*, 1970 ; TUTKI *et al.*, 2002), nous avons obtenu des informations sur la succession des formations géologiques du bassin. Dans la région de Nadhour-Saouaf, les formations géologiques aquifères rencontrées du haut vers le bas, sont :

- la série continentale du Mio-Pliocène ;
- le Miocène à prédominance marine représenté par les formations Ain Grab. Mahmoudi, Beglia et Saouaf ;
- les niveaux gréseux séparés par un horizon argilo-gréseux semi-perméable de l'Oligocène supérieur ;
- l'Eocène.

La série détritique de l'Oligocène supérieur constitue le principal réservoir aquifère de la région. Elle est séparée de l'Eocène par une puissante couche de marnes.

Dans la plaine de Sisseb-El Alem, le substratum imperméable est constitué par des marnes bleues de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur. Les formations continentales, recouvrant ces marnes, et désignées sous le terme de remplissage mio-plio-quaternaire, représentent tous les étages compris entre l'Oligocène moyen ou supérieur et le Quaternaire actuel (SOGETH, 1964). Le remplissage à dominance alluvial et lenticulaire est constitué par une alternance de couches sableuses ou graveleuses plus ou moins argileuses, de galets, de limons et de lits d'argile franche ou associée au sable et au gravier. La lithologie du remplissage est grossière en bordure Nord et Nord-Ouest (O.Nebhana, El Alem), elle devient plus argileuse en direction du Sud. Le remplissage surmonte une formation gréseuse de l'Oligocène supérieur couverte, en transgression, par les dépôts mio-plio-quaternaires. Cette formation, qui n'est pas toujours présente, constitue un bon réservoir aquifère. L'Oligocène est séparé des horizons perméables du remplissage alluvial par des calcaires gréseux de 15 m d'épaisseur et une argile épaisse attribués au Burdigalien (HAMZA, 1992).

ANALYSE DES DONNEES GRAVIMETRIQUES

Pour cette étude, nous avons utilisé les données gravimétriques acquises en 2003 par l'Office National des Mines couvrant la zone nord de Kairouan. Les données sont disponibles sous forme des cartes des anomalies de Bouguer à l'échelle 1/50000, avec un intervalle de contour de 1mGal. La densité de correction étant de 2,4 g/cm³. Ces cartes sont numérisées

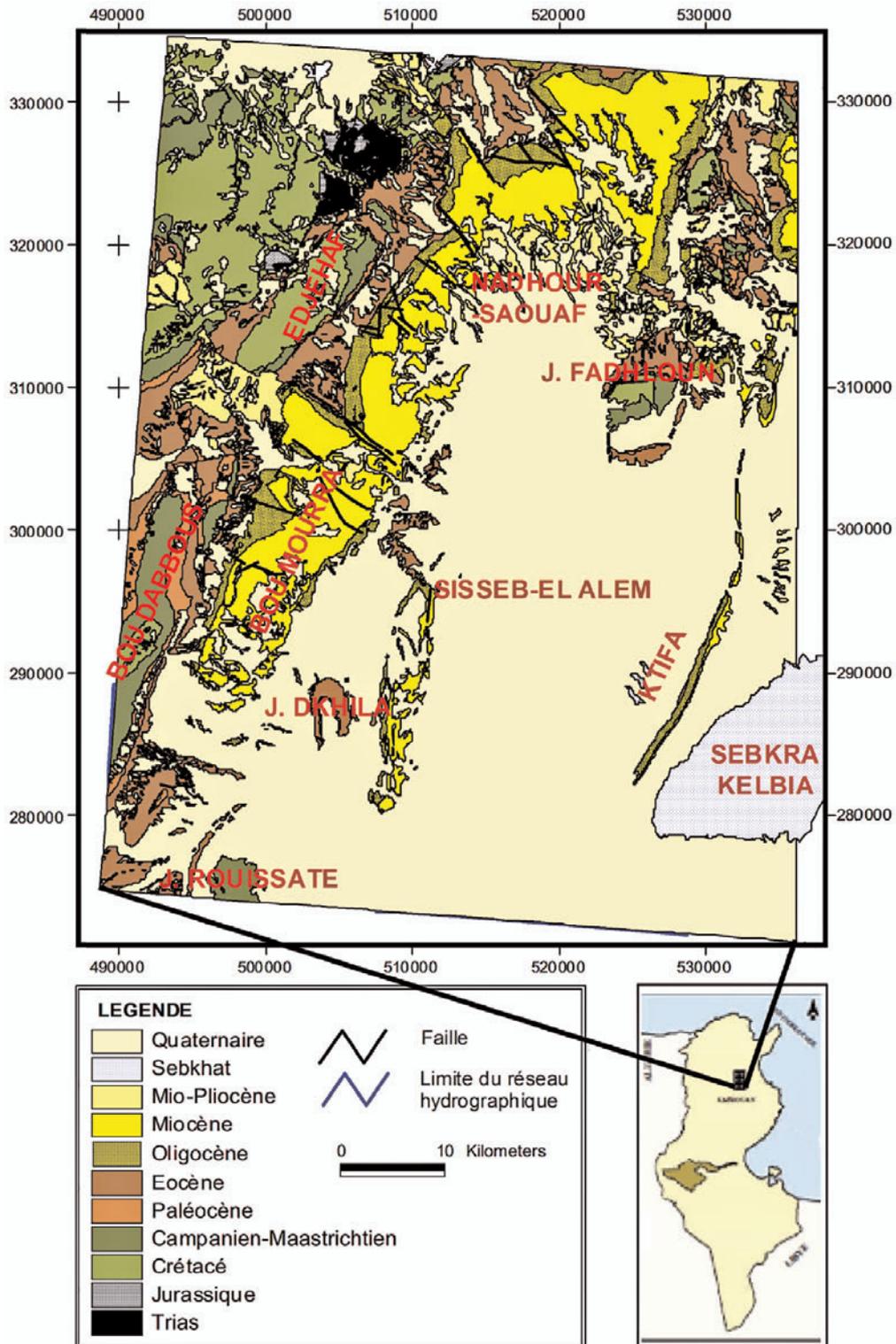


Fig. 1 : Carte géologique numérique du secteur d'étude Geological map of the study area

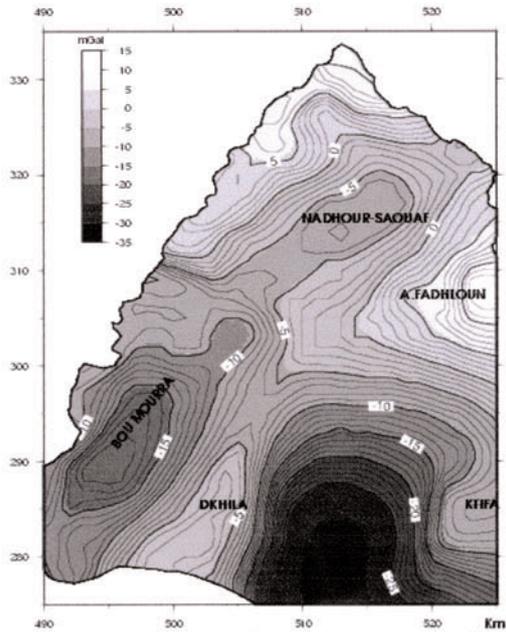


Fig. 2: Carte des anomalies de Bouguer complètes
(Intervalle de contour : 1mGal)

Bouguer anomaly map (mGal)

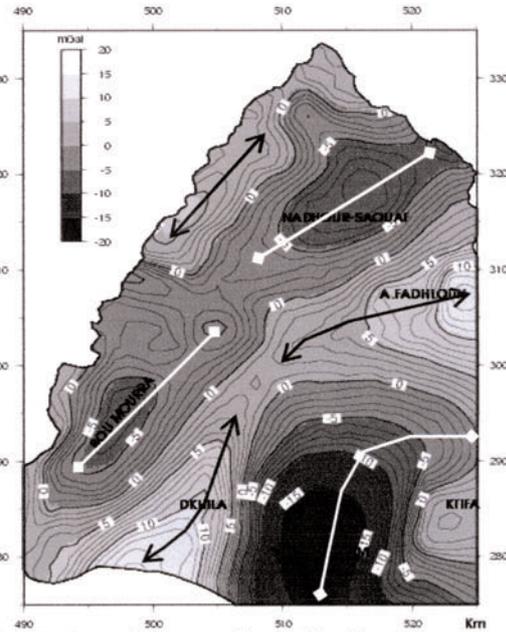


Fig. 3 : Carte des anomalies résiduelles et
régionales superposées
(Intervalle de contour : 1mGal)

↗ : Axe positif ↘ : Axe négatif
Residual anomaly map (mGal)
↗ : Positive axis ↘ : Negative axis

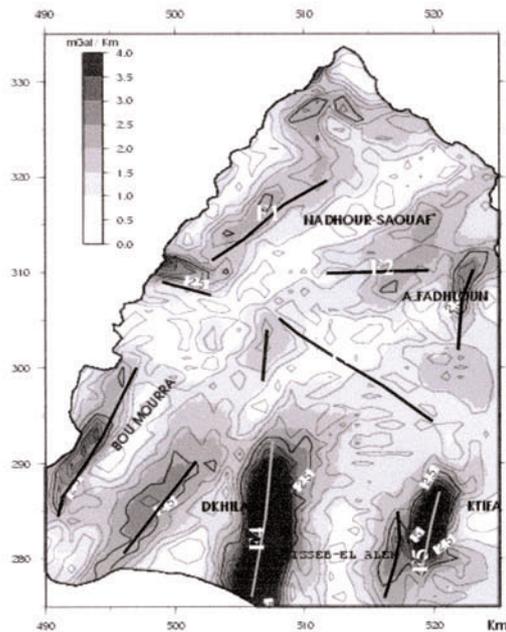


Fig. 4 : Carte de la Magnitude du Gradient
Horizontal en mGal/km

↘ : Linéament gravimétrique
*Magnitude of the Horizontal Gradient map
(mGal/km)*
↘ : Gravimetric lineament

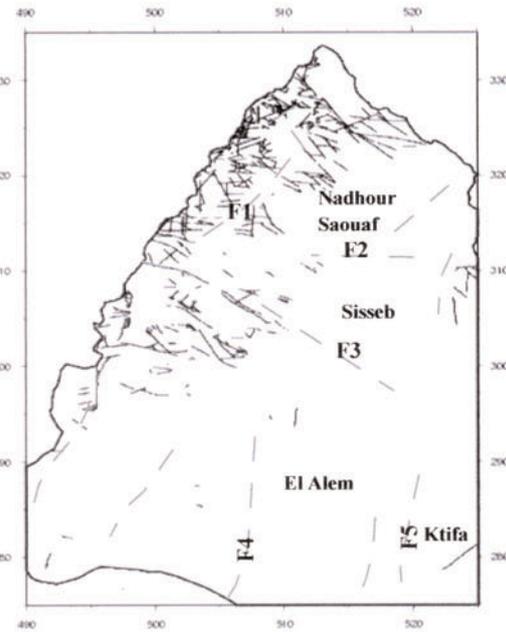


Fig. 5 : Carte structurale de la zone d'étude

— : Faille géologique
- - : linéament gravimétrique
Structural map of the study area
— : Geologic fault
- - : Gravimetric lineament

avant de procéder au calcul des cartes résiduelles et de Magnitude du Gradient Horizontal (MGH). Les valeurs des anomalies de Bouguer dans la région étudiée varient de -40 à 20 mGal. (Fig.2) La carte montre des anomalies de différentes longueurs d'ondes. Nous rappelons que l'anomalie de Bouguer représente l'effet de toutes les hétérogénéités de densité sous la surface topographique. Etant intéressés uniquement par les structures de la couverture sédimentaire, il est nécessaire d'extraire une régionale qui correspond à l'effet des structures profondes, l'effet du Moho et du socle en l'occurrence. Les résultats de la sismique réfraction effectuée dans la région du Sahel Tunisien (BUNESS *et al.*, 1992) ainsi que l'analyse des données gravimétriques régionales (JALLOULI & MICKUS, 2000) montrent que la croûte s'amincit en allant du SW vers le NE. Une telle structure profonde s'exprime pour une anomalie de très grande longueur d'onde. Vu la faible étendue de la région étudiée, la régionale peut être représentée par un polynôme de 1er degré, calculée à partir des valeurs du Bouguer observées. Le polynôme de 1er degré ainsi calculé montre un gradient positif du SW vers le NE en accord avec les résultats de la sismique réfraction (BUNESS *et al.*, 1992). La résiduelle obtenue reflète principalement l'effet des structures du bassin sédimentaire.

L'examen de la carte des anomalies résiduelles (Fig.3) montre quatre axes d'anomalies positives alignés essentiellement NE-SW et N-S correspondant aux structures anticlinales des Jebels Edjahaf, Fadhloun, Rouissette, Dkhila et Ktifa. Ces structures jouent un rôle important sur le plan hydrogéologique. En effet, ces anomalies positives représentent une barrière, dont la ligne de crête devrait matérialiser une ligne de partage des eaux.

La structure anticlinale de Ktifa est une structure enfouie, bien montrée par la gravimétrie. Cet anticlinal est masqué par le recouvrement plio-quadernaire. Plusieurs chercheurs ont considéré que l'anticlinal de Ktifa fait le prolongement de l'anticlinal de Fadhloun, mais à partir de la carte résiduelle l'anticlinal de Fadhloun fait le prolongement de Dkhila.

La carte des anomalies résiduelles montre aussi trois principaux axes négatifs correspondant aux structures synclinales: l'axe de Nadhour-Saouaf, l'axe de Bou Mourra et l'axe de la zone subsidente de Sisseb-El Alem. Les cartes montrent que le synclinal de Nadhour-Saouaf fait le prolongement septentrional du synclinal de Bou Mourra. Entre les axes positifs de Ktifa et Dkhila on observe l'anomalie négative de Sisseb-El Alem d'amplitude 30mGal. Cette zone est caractérisée par une diminution progressive des valeurs de l'anomalie résiduelle du Nord vers le Sud. Ceci reflète l'augmentation de l'épaisseur de la couverture sédimentaire d'âge mio-plio-quadernaire vers le Sud. Ce résultat confirme ceux des études géologiques et hydrogéologiques antérieures, qui concluent que le système aquifère du Sisseb-El Alem s'épaissit du Nord vers le Sud (HAMZA, 1992).

Pour mieux caractériser les structures de la région à partir des données gravimétriques, différentes transformations ont été appliquées aux anomalies résiduelles afin de localiser les contrastes de densité qui peuvent correspondre à des limites entre différents ensembles géologiques ou à des failles. Nous avons calculé en particulier la Magnitude du Gradient Horizontal (MGH). Les maxima d'amplitude nous renseignent sur l'emplacement des contrastes de densité qui sont représentés par des linéaments (Fig.4).

La partie nord et nord-ouest du synclinal Nadhour-Saouaf est limitée par des linéaments gravimétriques. Le premier linéament (F1), de direction NE-SW, est parallèle au grand accident de Zaghouan. Le deuxième linéament, de direction NW-SE, correspond sur la carte géologique (Fig.1) à des failles. Ces failles morcellent les éléments structuraux en compartiments soulevés et abaissés (MENCİK *et al.*, 1970). Aussi, le synclinal Nadhour-Saouaf est limité, vers le Sud, par un linéament de direction E-W (F2). Compte tenu du contexte géologique de la région, ce linéament correspond à un accident qui sépare le synclinal du Nadhour-Saouaf de la plaine de Sisseb-El Alem. Cette dernière est séparée en deux aquifères, l'aquifère de Sisseb au Nord et l'aquifère d'El Alem au Sud, par un accident de direction NW-SE. Ce linéament représente le prolongement de l'accident de **Nebhana** (F3).

Dans la partie SE du secteur, l'aquifère d'El Alem, est délimité par des linéaments gravimétriques de direction N-S (F4 et F5) qui n'ont pas de correspondance sur la carte géologique puisque la zone est couverte par le Quaternaire. Le linéament F4 est nommé

Sbikha-El Alem ayant affaissé le compartiment Est. Le linéament F5 a été reconnu par les profils sismiques et nommé **l'accident de Ktifa**. Cette faille subdivise l'aquifère d'El Alem en deux sous unités : l'aquifère d'El Alem à l'Ouest et l'aquifère de Bled Ktifa-El Guelta à l'Est.

Des failles de direction NW-SE et N-S sont présentées sur la carte géologique (Fig.1) à l'est et à l'ouest du secteur affectant la série méso-cénozoïque. Il semble donc que ces dernières se prolongent dans la plaine de Sisseb-El Alem. Ainsi la carte structurale (Fig.5), obtenue à partir des données géologiques et gravimétriques, nous a permis de mettre en évidence que le sous-sol de la zone d'étude est compartimenté par des failles. La complexité de la tectonique dans la zone d'étude avec le développement de failles transversales et subméridiennes subdivise la région en une mosaïque de compartiments effondrés et soulevés. Ainsi, nous pouvons conclure que la zone d'étude est subdivisée en quatre sous unités hydrogéologiques : l'unité de Nadhour-Saouaf (A), l'unité de Sisseb (B), l'unité d'El Alem (C) et l'unité de Ktifa (D), formant ce système aquifère.

CONCLUSION

Les structures majeures de la région étudiée sont des plis de direction atlasique NE-SW (synclinal de Nadhour Saouaf, synclinal de Bou Mourra) ou N-S (Roiussette, Dkhila, Ktifa, J. Fadhoun, etc.). Ces plis sont affectés par des failles transverses. L'analyse des données gravimétriques a permis de mieux comprendre le cadre structural de la région. La carte de la Magnitude du Gradient Horizontal des anomalies observées a mis en évidence des linéaments. Certains linéaments de direction NW-SE correspondent à des failles connues à la surface telles que l'accident de l'oued Nebhana; d'autres n'ont aucune correspondance sur la carte géologique et ils correspondraient à des failles scellées par les dépôts du Mio-Plio-Quaternaire telles que le linéament de direction NW-SE qui sépare le synclinal de Nadhour-Saouaf de la plaine d'effondrement du Sisseb-El Alam, et les linéaments de direction N-S (dans la partie Sud-Est de la région étudiée).

Ces accidents subdivisent la région en une mosaïque de compartiments effondrés et soulevés. Cette configuration montre que le secteur d'étude est subdivisé en quatre grands aquifères : Nadhour-Saouaf , Sisseb , El Alem et Ktifa.

REFERENCES

- H. BUNESS, P. GIESE, C. BOBIER, C. EVA, F. MERLANYI, R. PEDONE, L. JENATTON, D.T. NGUYEN, F. THOUVENOT, F. EGLOFF, J. MARKIS, A. LOZEJ, M. MAISTRELLO, S. SCARASCIA, I. TABACCO, P.F. BUROLLET, C. MORELLI, R. NICOLICH, T. ZAGHOUBANI, A. EGGERR. FREEMAN & ST. MULLER, 1992. Reaserch group for lithospheric structure in Tunisia, The European Geotraverse, Part 8.Tectonophysics : 245-267.
- M. HAMZA, 1992. Géologie du bassin sédimentaire de Sisseb El Alem. DGRE, Tunis, 47p.
- M. HAMZA, 1990. Hydrogéologie du synclinal du Nadhour-Saouaf, DGRE, Tunis , 133p.
- C. JALLOULI & K. MICKUS, 2000. Regional gravity analysis of the crustal structure of Tunisia, *Journal of African Earth Sciences*, 30, 1 : 63-78.
- E. MENCIK, Z. STRANIK & J. SALAJ,1970. Notice explicative de la carte géologique de la Tunisie à 1/50.000 Dj. Fkirine, feuille N° 42, Notes de l'O.N.M. Tunisie , 53p._
- A. SOGETH, 1964. Région de Sbikha-El Alem, étude hydrogéologique. Etude préliminaire. DGRE, Tunis, 86p.
- M.M .TUTKI, M. SAADI, D. ZAGHBIB-TURKI & A. RAMI, 2002. Notice explicative de la carte géologique de la Tunisie à 1/50.000 Jebibina et Ain Jelloula, feuilles 48 et 55, Notes de l'O.N.M. Tunisie , 39p.