

APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALIA (TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

Mohamed HADJ SASSI* et **, Hédi ZOUARI, Chokri JALLOULI*
et Mabrouk DJEDDI*****

RÉSUMÉ

L'application des techniques géophysiques intégrées à une étude géologique de terrain a permis de mieux comprendre la structuration et le calendrier géodynamique du bassin de Grombalia (Tunisie Nord Orientale) depuis le Miocène supérieur. Des anomalies gravimétriques négatives résiduelles qui peuvent atteindre -20 mGal sont reconnues. L'interprétation des profils de sismique réflexion traversant le bassin de Grombalia permet de déduire que ces anomalies gravimétriques correspondent en fait, à un épaissement de la série mio-plio-quaternaire voire plus ancienne ayant été mise en place sous l'effet de jeu polyphasé des failles en fleur enracinées. La magnitude du gradient horizontal de l'anomalie gravimétrique a permis de reconnaître des linéaments dans les bordures de bassin qui correspondent à des réseaux de failles observées dans les sections sismiques. Des jeux à composantes normales d'âge Miocène supérieur et des jeux à composante inverse affectant le Pliocène sont observés sur certaines failles en subsurface et sur le terrain traduisant une inversion structurale. L'analyse structurale à partir des mesures microtectoniques montre que le bassin de Grombalia est guidé au Miocène supérieur par un premier régime tectonique transtensif dont la contrainte maximale σ_1 est N141 et au Plio-quaternaire inférieur par un deuxième régime tectonique compressif dont la contrainte maximale est 1: N026.

La reconnaissance de telles structures tectoniques et de leur évolution permet de contribuer à mieux identifier des pièges pétroliers potentiels dans les bordures des dépôts-centres.

Mots clés - Bassin de Grombalia - Structure en fleur négative - Graben - Analyse microtectonique- Gravimétrie - Sismique réflexion - Tunisie nord orientale.

*Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1060, Tunis, Tunisie.

**Laboratoire de Géorressources, Centre de Recherches et Technologies des Eaux, B.P. 273, 8020 Soliman, Tunisie.

***Laboratoire de Physique de la Terre, FHC, Université M'Hamed Bougarra, Boumerdes, Algérie.

- *Manuscrit déposé le 11 Juin 2006, accepté après révision le 01 Octobre 2006.*

GRAVITY AND SEISMIC CONTRIBUTION TO THE STRUCTURAL STUDY OF GROMBALIA BASIN (NORTH-EASTERN TUNISIA): GEODYNAMIC AND PETROLEUM IMPLICATIONS.

ABSTRACT

Geophysical data integrated with geological field investigation are used to better precise the structure and the geodynamical evolution of Grombalia basin (Tunisia North Eastern) since upper Miocene. Residual negative gravity anomalies which can reach -20 mGal are recognized. The interpretation of seismic sections crossing the Grombalia basin shows that these gravity anomalies correspond in fact to a thickening of the Mio-Plio-Quaternary deposits and probably so older. This subsidence has been the result of deep flower faults polyphase play. The horizontal gradient gravity anomaly allows us to define the basin edges of which correspond to faults system confirmed by the seismic analysis. During Upper Miocene, several strike-slip faults have played with normal components. Some of them are reactivated with reverse component affecting Pliocene. These movements, observed on both field and subsurface data, represent a late cenozoic tectonic inversion. The first movement at the Upper Miocene corresponds to transtensional phase characterized by a compressional stress with principal axe 1 oriented N141. The second one is related to compressional phase in the Pliocene to Lower Quaternary interval with principal axe 1: N026.

We note also that the identification and the comprehension of the deep structuring of Grombalia basin and their evolution contribute to better understand the hydrocarbon potential associated with the depocenters edges.

Key words - Grombalia basin - Negative flower structure - Graben - Microtectonic analyses - Gravity - Seismic section - North Eastern Tunisia.

1. INTRODUCTION

La région d'étude est située au Nord-Est de la Tunisie. Elle montre une structure orientée NW-SE qui correspond au fossé ou bassin de Grombalia (fig. 1). Cette direction se retrouve dans les structures semblables à l'Ouest dans le domaine continental algéro-tunisien et à l'Est dans la Méditerranée centrale (zone de décrochement de Medina qui correspond aux grabens de Pantelleria, de Malta et de Linosa).

D'après les constatations de Schœller (1939), Archambault (1947) et à partir des études géologiques qui sont confirmées par des recherches géophysiques et des sondages hydrauliques, Castany (1948) considère que les plis NE-SW de la région du Cap Bon sont séparés de la Dorsale tunisienne par une cuvette orientée NW-SE

comblée de sédiments quaternaires (fig. 1). Il insiste aussi sur le fait que les bordures paraissent liées à d'importantes flexures évoluant vers des fractures, et attribue ces importants mouvements tectoniques à la période post-pliocène. Ces déformations se sont poursuivies au cours du Quaternaire. La plaine de Grombalia. était admise par Castany (1948) comme un fossé d'effondrement, dont la géologie complexe et les structures des bordures Ouest et Sud-Est sont en relation étroite avec cet affaissement considérable.

A l'extrémité Sud de la bordure orientale, une faille nommée «faille de Hammamet», de direction sub-méridienne à N150 et d'une longueur de cinq kilomètres environ (fig. 1), a été reconnue par plusieurs auteurs (Colleuil, 1976; Ben Ayed, 1985; Colleuil et Ben Salem, 1991; Chihi, 1995; Ben Salem, 1995; Hadj

APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALIA
(TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

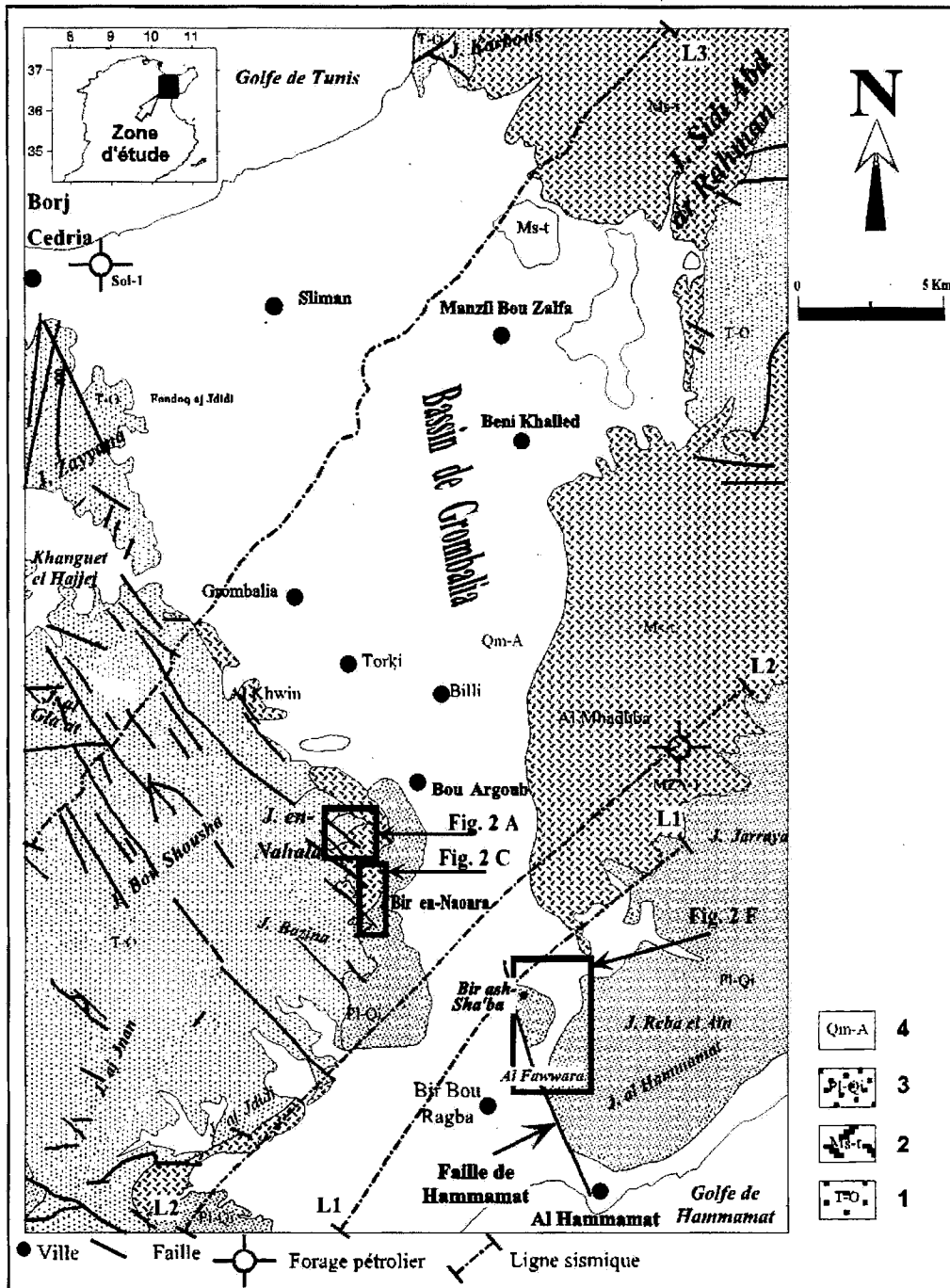


Fig. 1 - Carte géologique de synthèse produite à partir d'une compilation des levées à l'échelle 1/50 000 couvrant la région d'étude.

Synthetic geologic map produced from a compilation of 1/50 000 scale maps of the study zone.

1 : Trias-Oligocène (*Trias-Oligocene*); 2 : Miocène : Serravalien-Tortonien (*Miocene :Serravalian-Tortonian*); 3 : Pliocène-Quaternaire inférieur (*Pliocene-Lower Quaternary*); 4 : Quaternaire moyen à l'actuel (*Middle to upper Quaternary*).

Sassi, 2002) et mettant en contact les séries oligo-mio-pliocènes avec les séries du quaternaire récent. Selon Colleuil (1976), le plan de la faille porte des stries sub-horizontales et des enduits calcitiques, témoins d'un jeu décrochant sénestre important affectant les séries mio-pliocènes supérieures de la région d'El Faouara.

Dans la bordure occidentale, les séries du quaternaire, récentes, reposent en discordance angulaire sur les séries tertiaires et aucune faille n'est reconnue en affleurement séparant ces deux ensembles. Sous la couverture du Quaternaire récent, plusieurs auteurs ont supposé l'existence d'une faille majeure subméridienne pour expliquer l'épaississement des séries mio-plio-quaternaires dans le bassin de Grombalia (Ben Ayed, 1985; Turki, 1988; Chihi, 1995).

La faille bordière ouest du bassin de Grombalia et le prolongement vers le Nord de la faille de Hammamet restent hypothétiques, d'où l'importance de données géophysiques pour argumenter le tracé de ces deux failles. Pour cela, le présent travail se base sur des données gravimétriques et la sismique réflexion pour prouver l'existence de la faille de Hammamet et la faille bordière ouest en profondeur et préciser leur tracé. En outre l'évolution structurale sera précisée en se basant aussi, sur la cartographie détaillée et la microtectonique.

2. ANALYSES MICROTTECTONIQUES

En se basant d'abord, sur une lecture des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 couvrant l'étendue du fossé de Grombalia (Johan et Krivy, 1969; Bujalka, et al., 1971 et 1972; Berkaloff, 1980; Colleuil et Ben Salem, 1991), puis sur une analyse des photos aériennes de la région d'étude, ensuite sur une vérification systématique orientée sur le terrain des données géologiques disponibles, on a pu réaliser une synthèse géologique couvrant la région d'étude (fig. 1). Des levés géologiques détaillés ainsi qu'une analyse microtectonique ont été effectués également dans trois secteurs. Les

mesures microtectoniques ont été interprétées en utilisant la méthode d'Angelier (1979-1990, programme Tector). Cette méthode permet de déterminer les paléotenseurs de contraintes à l'aide de l'hémisphère inférieur du canevas de Wulff.

2-a- Secteurs de Jebel en-Nahala et de Bir en-Naoura (bordure Sud-Ouest)

Ces deux secteurs se situent dans la bordure Sud-Ouest du Bassin de Grombalia (fig. 1, fig. 2A et fig. 2B).

Le secteur du Jebel en-Nahala (fig. 2A) est affecté par une faille F8 (N130, 65°SW, 65°NW) selon un mouvement dextre normal, effondrant le compartiment SW de la faille dont le rejet vertical est de 100 m environ (fig. 2 B).

Le secteur de Bir en-Naoura (fig. 2C) est parcouru par un réseau de failles de direction N130 à N146 (F9, F10 et F11). Les séries de l'Oligocène-Langhien supérieur affectées par ces failles constituent des structures en graben et en demi-graben (fig. 2D). La faille F9 de pendage vers le Nord joue en sénestre normale; la faille F11, de pendage vers le Sud, fonctionne en dextre normale.

Le traitement informatique des données microtectoniques nous permet de proposer un régime tectonique caractérisé par le tenseur T1 (fig. 2) :

$\sigma 1$: N141, 35°NW; $\sigma 2$: N88, 40°E; $\sigma 3$: N27, 30°SE; $\Phi = 0,196$, COH = 100% et n = 8.

Ce tenseur traduit un régime coulissant distensif post-Langhien supérieur (postérieur au dépôt de la formation Mahmoud) avec une contrainte principale minimale 1 orienté N141.

2-b- Secteur d'El Faouara Bir Ash-Sha'ba (bordure Sud-Est)

Ce secteur (fig. 1 et fig. 2F) est située au Nord de la ville d'Al Hammamet. Il est caractérisé par

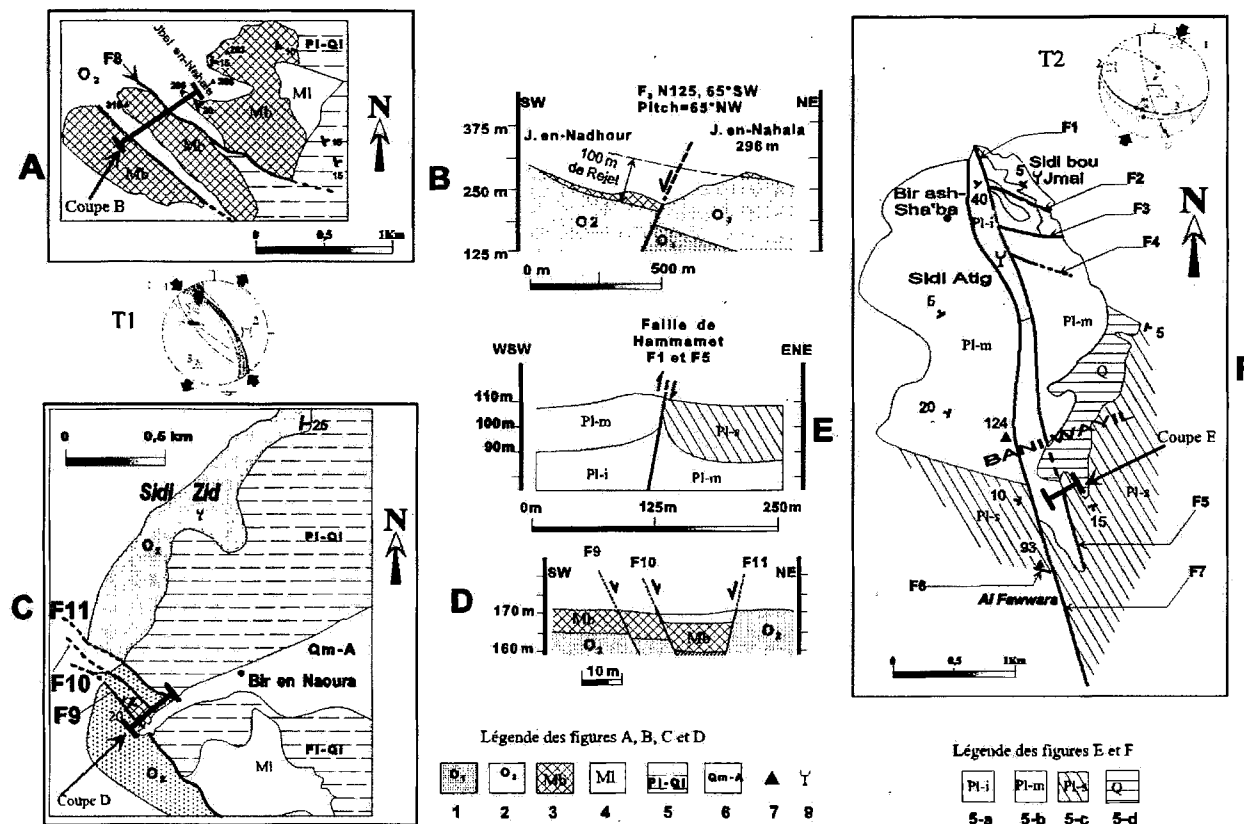


Fig. 2 - Cartes et coupes géologiques effectuées dans différents secteurs de la zone étudiée.

Geological profiles and maps of the study zone

A : Secteur du J. en-Nahala (*J. en-Nahla area*); **B** : Coupe géologique montrant le jeu normal de la faille F8 (*Geological profile showing the F8 normal slip*); **C** : Secteur de Bir en Naoura (*Bir en Naoura area*); **D** : Coupe montrant les structures en graben et demi-graben associées aux failles F9, F10 et F11 (*Profile showing graben and half-graben associated with activity of Faults F9, F10 and F11*); **E** : Coupe montrant le jeu inverse de la faille de Hammamet (*Profile showing the inverted movement of the Hammamet Fault*); **F** : Secteur d'El Faouara Bir ash-Sha'ba (*El Faouara Bir ash-Sha'ba area*).

1 : Oligocène inférieur (*Lower Oligocene*); 2 : Oligocène supérieur (*Upper Oligocene*); 3 : Burdigalien (Miocène inférieur formation Aïn Grab) (*Burdigalian : Lower Miocene : Aïn Grab Formation*); 4 : Langhien (Miocène inférieur formation Mahmoud) (*Langhian : Lower Miocene : Mahmoud Formation*); 5 : Plio-quatenaire inférieur (*Pliocene-Lower Quaternary*); 5-a : Pliocène inférieur (sable de Nabeul) (*Lower Pliocene : Nabeul sand Formation*); 5-b : Pliocène moyen (argile et marne de Sidi Barka) (*Middle Pliocene : Sidi Barka marls and clay*); 5-c : Pliocène supérieur (sable de Hammamet) (*Upper Pliocene : Hammamat sand formation*); 5-d : Quatenaire (*Quaternary*); 6 : Quatenaire moyen à l'actuel (*Middle to upper Quaternary*); 7 : Sommet (*Summit*); 8 : Marabout (*Marabout*).

l'existence d'un réseau de failles sub-méridiennes (F1, F5 et F7) qui correspond à la faille de Hammamet et qui affecte les affleurements plio-quadernaires. Au Nord, des failles de direction N100 (F2, F3 et F4) affectent le Pliocène inférieur et moyen selon un jeu inverse.

La faille F5 de direction N160 (fig. 2F) affecte les sables de Hammamet attribués au Pliocène supérieur. Le Pliocène supérieur du compartiment oriental présente un pendage vertical et dessine un crochon (fig. 2E) en faveur d'un jeu à composante inverse. Le plan de cette faille présente des stries ayant un pitch de 12°S qui correspondent à un mouvement dextre inverse. En outre, la stratification des séries du Pliocène supérieur du compartiment Ouest de la faille est orientée N015 et plonge de 10° vers l'Ouest. Celle du compartiment Est présente un S_0 N075, 15°SSE. Ce qui traduit un jeu dextre inverse post-Pliocène supérieur.

Le traitement informatique des données microtectoniques de ce secteur permet de déduire le tenseur suivant (T2, fig. 2F) :

σ 1: N026, 07°NE; σ 2: N114, 17°NW; σ 3: N138, 72°SW; $\Phi = 0,339$, COH = 100% et n= 5.

Ce tenseur traduit un régime compressif post-pliocène supérieur (postérieur au dépôt des sables de Hammamet) dont la contrainte principale maximale est de direction N026.

3. ANALYSE DES DONNÉES GRAVIMÉTRIQUES

Les données gravimétriques utilisées dans cette étude ont été obtenues de l'Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières (ETAP). Les corrections à l'air libre sont effectuées en utilisant le niveau zéro de la mer comme référence. Une correction de terrain a été ajoutée à partir d'une grille de 5 minutes de «US National Geophysical Data Center», en utilisant la méthode de Plouf (1977) et une densité de 2.67 g/cm³ (Jallouli et Mickus, 2000).

Les données de forage et de sismique réflexion utilisées dans ce travail sont fournies par l'Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières (ETAP). On a utilisé trois profils (L1, L2 et L3) de direction NE-SW qui traversent le bassin de Grombalia et qui sont calés par les forages SOL-1 et MZN-1 (fig. 1).

L'anomalie de Bouguer complète a été dissociée en une régionale qui correspond à l'amincissement de la croûte en allant vers le NE, et une résiduelle (fig. 3 A) qui reflète les structures peu profondes. Sur la carte des anomalies résiduelles obtenue (fig. 3 A), on a effectué les traitements informatiques adéquats pour mieux dégager le tracé des deux failles majeures bordières du bassin de Grombalia, ainsi que l'importance de la subsidence.

Le bassin de Grombalia est caractérisé par une anomalie gravimétrique résiduelle négative dont l'amplitude maximale est -20 mGal. Cette anomalie s'étale sur une surface importante allant du Golf de Hammamet au Sud jusqu'au Golf de Tunis au Nord selon une direction sub-méridienne. Le long de cette zone anormale, se distingue une anomalie négative de grande amplitude et de forme sub-circulaire localisée dans la région de Grombalia. Cette zone anormale se traduit par un déficit de masse qui reflète une importante subsidence différentielle cénozoïque. Cette anomalie gravimétrique négative est bordée par deux zones anormales qui présentent toutes les deux des réponses gravimétriques résiduelles positives indiquant un excès de masse. Ces deux zones, occupent à l'Ouest les reliefs de la bordure occidentale du bassin de Grombalia, et à l'Est l'affleurement éocène supérieur-oligocène du J. Sidi Abd ar Rahman.

Pour mieux détecter les limites géologiques et les accidents potentiels à partir des anomalies gravimétriques, on a calculé la magnitude du gradient horizontal. Cette méthode se base sur la dérivation selon des gradients horizontaux E-W et N-S (Cordell, 1979).

APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALLIA
(TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

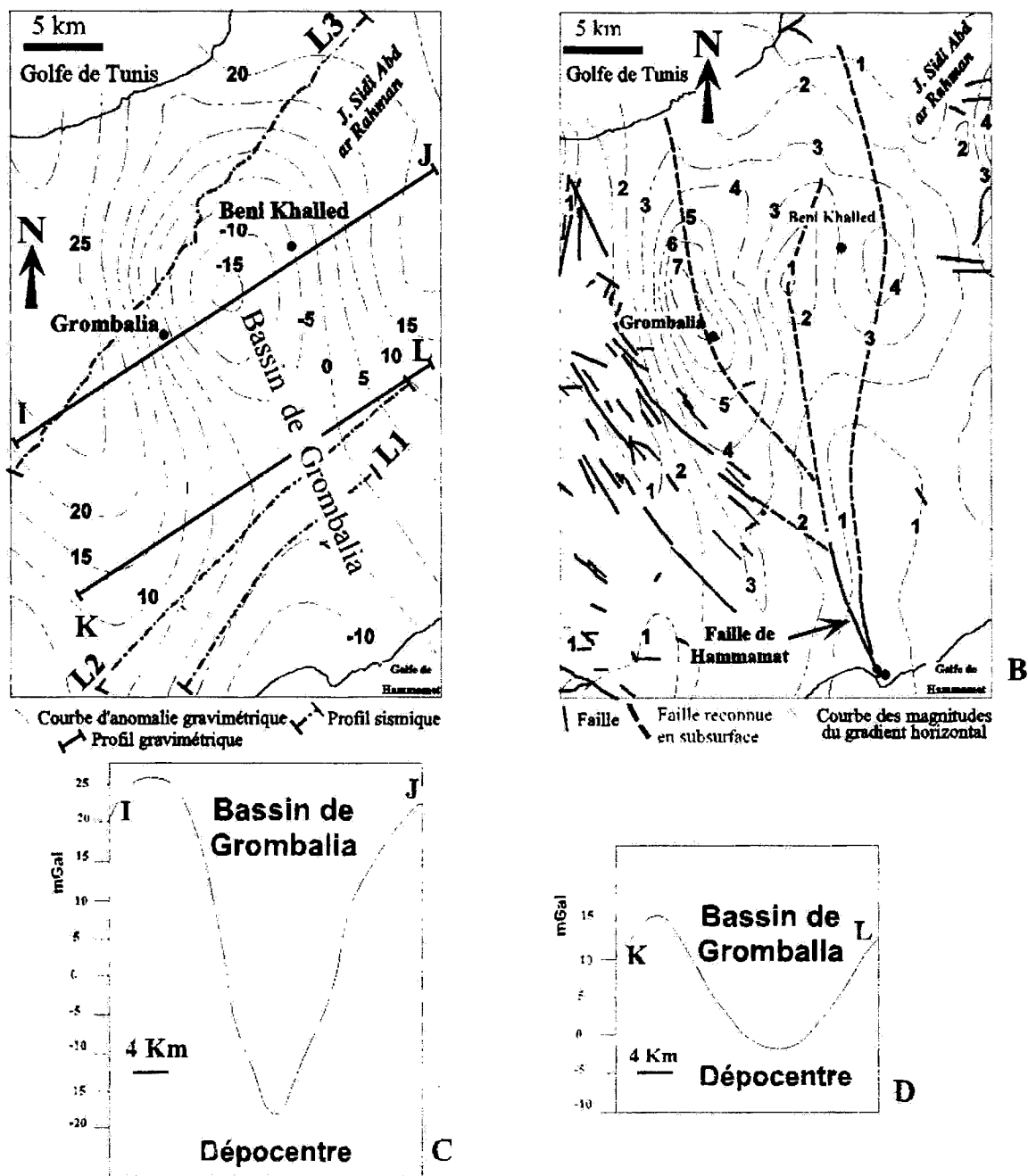


Fig. 3 : Données gravimétriques.

Gravity data

A : Carte des anomalies gravimétriques résiduelles de la zone d'étude (intervalle des courbes 5 mGal) (*Residual gravity anomalies map of study area - contour map 5 mGal*); B : carte de la magnitude du gradient gravimétrique horizontal (intervalle des courbes 1 mGal/Km) (*Map of horizontal magnitude of the gravity gradient - contour map 1 mGal/Km*); C : profil gravimétrique I-J effectué sur la carte résiduelle (*Gravity profile I-J made on the residual map*); D : profil gravimétrique K-L effectué sur la carte résiduelle (*Gravity profile K-L made on the residual map*).

Cette technique (fig. 3B) nous a permis de préciser les limites des bordures du bassin de Grombalia qui correspondent aux linéaments suivants :

- Un linéament sub-méridien (fig. 3B) bien exprimé par une grande amplitude du côté Ouest du bassin.
- Un deuxième linéament sub-méridien (fig. 3B) s'individualise sur la bordure Est du bassin de Grombalia. Cependant, ce linéament s'exprime d'une façon claire et nette dans la partie Nord, alors qu'il sera diffus dans la partie Sud, où on a un manque de données gravimétriques.

Pour mettre en évidence l'effondrement du bassin de Grombalia et sa structure profonde, on a réalisé deux profils gravimétriques (fig. 3C et fig. 3D), qui permettent d'illustrer l'amplitude de l'anomalie résiduelle et la profondeur des dépôts-centres qui est de plus en plus importante tout en se dirigeant vers le Golf de Tunis.

Les deux profils gravimétriques I-J et K-L (fig. 3C et 3D) présentent une dépression traduisant l'existence d'un dépôt-centre sur l'allongement du bassin. La profondeur de ce dépôt-centre est très importante au niveau de la partie Nord du bassin de Grombalia (région de Grombalia) où on a le maximum d'effondrement (fig. 3C), alors que le long de l'autre profil qui est au Sud de la ville de Grombalia (fig. 3D), la profondeur de ce dépôt-centre est relativement moins importante puisque l'amplitude est plus faible.

4. ANALYSE DES LIGNES SISMIQUES

On a utilisé dans cette étude trois lignes sismiques L1, L2 et L3 (fig. 1) qui sont parallèles entre elles et de direction NE-SW. Ces profils sont orthogonaux avec l'orientation globale du bassin de Grombalia (NW-SE à NNW-SSE), ce qui confère à l'imagerie sismique analysée, une plus grande précision.

Ces trois profils sismiques montrent clairement l'effondrement spectaculaire de la barre carbonatée

lumachellique de la formation Aïn Grab (Burdigalien).

Le profil sismique L1 (fig.4) montre une structure en fleur négative bien développée et qui occupe le dépôt-centre du bassin. Celui-ci correspond à une anomalie gravimétrique négative (-20 mGal) au niveau de la plaine de Grombalia. S'enracinant probablement dans le socle antétriasique, la structure en fleur négative semble présenter deux ramifications majeures : la première à regard vers l'Est nommée Faille de Grombalia ; la seconde vers l'Ouest dite Faille de Hammamet.

Cette structure observée au niveau du profil sismique L1 se retrouve clairement au niveau des profils L2 et L3. Le profil sismique L2 (fig.4), calé par le puits MZN-1 (fig.1), atteignant à une profondeur de 1390 m la formation Abiod (Campanien supérieur- Maastrichtien inférieur), montre une structuration en demi graben de part et d'autre du dépôt-centre principal (bassin de Grombalia). Le rejet vertical concernant la barre repère de Aïn Grab peut atteindre facilement les 0,6 s, ce qui correspondrait approximativement à un rejet de 850 m. Ce rejet est compensé par une subsidence manifeste de la série mio-plio-quadernaire bien évidente au niveau des cartes et des profils gravimétriques (fig. 3).

Le profil sismique L3 (fig. 4) situé plus au Nord par rapport aux profils L1 et L2, passe par le dépôt-centre principal du bassin de Grombalia où on note le maximum de l'anomalie gravimétrique négative (-20 mGal). L'analyse de ce profil confirme ce constat. En effet, la structure en fleur négative est bien individualisée, présentant même des indices de rejeu inverse des failles listriques (témoin des mouvements d'inversions) accompagné de structure en éventail synsédimentaire du type «rym-syncline» (fig. 4, L3).

Le rejet vertical calculé par rapport à la barre repère de Aïn Grab serait à ce niveau de 2,4 s et correspondrait approximativement à plus de 3500 m d'effondrement.

APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALLIA (TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

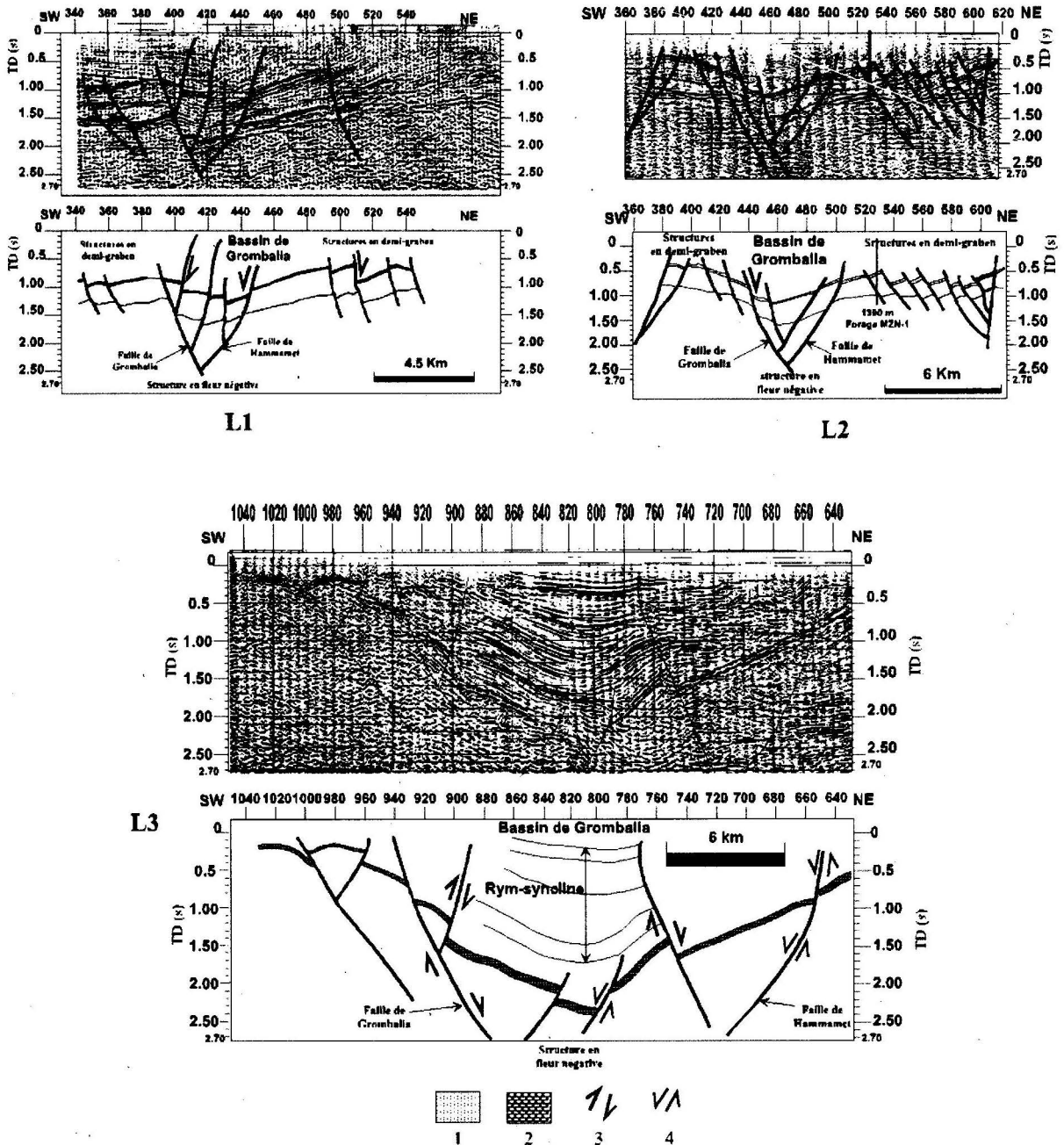


Fig. 4 - Profils sismiques utilisés dans cette étude.

Seismic profiles used in this study

L1 et L2: Profils sismiques traversant le bassin de Gromballia dans sa partie méridionale (*Seismic profiles crossing the meridian part of Gromballia basin*); L3: Profil sismique traversant le bassin de Gromballia dans sa partie septentrionale (localisation sur la figure 1) (*Seismic profile crossing the north part of Gromballia basin-location on figure 1*).

1 : Oligocène (formation Fortuna) (*Oligocene : Fortuna formation*); 2 : Formation Aïn Grab (Burdigalien) (*Aïn Grab formation : Burdigalian*); 3 : Jeu dextre Normal (*Normal dextral slip*); 4 : Jeu inverse (*Revers slip*).

En effet, au niveau même du dépôt-centre principal, les calculs de vitesse, montrent qu'un puits fictif atteindrait la barre de Aïn Grab à 4000 m environ. Ceci traduit d'une façon très claire l'importance de la subsidence à ce niveau et qui serait associée, vu l'importance de la charge sédimentaire, à de possibles phénomènes d'accumulation et de maturation de la matière organique.

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les données géologiques, gravimétriques et de sismique réflexion analysées dans cette étude ont permis de préciser les résultats suivants :

A l'extrémité Sud-Est du bassin de Grombalia, on a confirmé l'existence de la faille de Hammamet en tant que limite orientale du bassin évoquée par des travaux antérieurs. Cet accident a joué dans un premier temps en senestre normal pendant le Miocène supérieur puis en dextre inverse au cours du Plio-Quaternaire inférieur. Le deuxième jeu décrochant a annulé en partie le premier mouvement. Ces mouvements successifs ont pour conséquence l'élaboration d'un relief modéré au niveau de la bordure orientale du bassin.

De telles structures sont décrites par Colleuil (1976) et Chihi (1995) dans la bordure orientale du bassin de Grombalia, par Bedir et Bobier (1987) dans la plate forme pélagienne et par Tomas et Genesseeux (1986) dans la marge occidentale et dans l'île de Sardaigne et la mer Tyrrhénienne.

Dans la partie septentrionale du bassin de Grombalia l'analyse gravimétrique réalisée dans cette étude a permis de préciser l'emplacement des deux failles majeures bordières du bassin. Celles-ci peuvent constituer deux rameaux principaux de la faille profonde et majeure de Hammamet.

De plus, dans la partie Nord de ce couloir à proximité de la ville de Grombalia, on a le

maximum de subsidence qui est exprimé par une anomalie négative locale d'amplitude -15 mGal qui s'explique par une trame sédimentaire très épaisse et de faible densité.

Les déductions tirées à partir des données gravimétriques et des données de terrain sont confirmées par les données de sismique réflexion. En effet, le bassin de Grombalia est mis en place sous l'effet du jeu polyphasé d'une structure en fleur négative qui s'enracine dans la faille profonde de Hammamet qui est vraisemblablement une paléofaille ayant joué au Mésozoïque. Cette structure s'allonge sur toute la plaine de Grombalia du Nord vers le Sud. Le maximum de subsidence, c'est à dire d'effondrement, se localise à proximité de la ville de Grombalia qui est traduit par une anomalie gravimétrique négative très importante et par un effondrement spectaculaire observé sur la ligne sismique L3.

Du point de vue pétrolier, la région du Cap Bon - Grombalia correspond à une excellente esplanade pour les prospections futures. En effet, le gisement de Jebel Abderrahman (fig. 1), est considéré comme la première découverte d'hydrocarbures en 1951 en Tunisie. Les formations réservoirs connues dans la région sont celles de Bir M'chargua (Crétacé inf.), Boudabbous (Eocène), Aïn Grab (Miocène inf.), etc.

Les résultats de cette étude peuvent contribuer à une véritable recherche des zones fracturées qui pourront être de bons pièges structuraux. La compréhension aussi de l'évolution géodynamique de ce bassin subsident, permettra de cerner les questions encore posées sur la maturation, la migration et le piégeage des hydrocarbures.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER, J. 1979-1990. Programme «Tector», Tectonique quantitative, Univ. P.M. Curie, Paris V, France, inédit.

APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALIA
(TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

- ARCHAMBAULT, J. 1947.** Hydrogéologie tunisienne. *Annales des mines et de la géologie*, Série III, N°1, Direction des Travaux Publics, 1947, Tunis.
- BEDIR, M. ET BOBIER, C. 1987.** Les grabens de Mahdia et Sidi Cherif (Tunisie orientale). Dynamique de fossés oligo-miocènes induits au toit d'anticlinaux crétacé-éocènes par les jeux au Néogène de décrochements Est-Ouest et Nord-Sud. *Bull. Soc. Géol., France*, III, 6, pp. 1143-1150.
- BEN AYED, N. 1985.** Evolution tectonique de l'avant-pays de la chaîne alpine de la Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel. *Thèse es-Sciences, Univ. Paris sud, centre d'Orsay. Publ. Office Nat. Mines, Tunis, 1993.*
- BEN SALEM, H. 1995.** Évolution de la péninsule du Cap Bon (Tunisie orientale) au cours du Néogène. *Notes du Serv. Géol. De Tunisie*, n° 61, pp. 73-84.
- BERKALOFF, E. 1980.** Carte géologique de la Tunisie à 1/50000 : feuille n°26 de Menzel Bou Zelfa (Notice explicative). Ed. *Serv. Géol. Nat. Tunis, Tunisie.*
- BUJALKA, P., JOLIAN, K., KRIVY, M., RAKUS, M. ET VACEK, J. 1971.** Carte géologique de Tunisie à 1 / 50 000 : Feuille n°29, Grombalia et notice explicative. Ed. *Serv. Géol. Notes. Tunisie.*
- BUJALKA, P., RAKUS, M. ET VACEK, M. 1972.** Carte géologique de Tunisie à 1 / 50 000 : Feuille n°21, La Goulette, notice explicative, 71p. Ed. *Serv. Géol. Notes. Tunisie.*
- CASTANY, G. 1948.** Les fossés d'effondrements de Tunisie. *Ann. Min. et Géol., Tunis*, N° 3, 126p.
- CHIH, L. 1995.** Les fossés néogènes à quaternaires de la Tunisie et de la mer pélagienne : une étude structurale et une signification dans le cadre géodynamique de la Méditerranée centrale. *Doctorat d'Etat. Univ. de Tunis II. Fac. Sc. de Tunis*, 324p.
- COLLEUIL, B. 1976.** Étude stratigraphique et néotectonique des formations néogènes et quaternaires de la région de Nabeul-Hammamet (Cap Bon, Tunisie). *Mém. D.E.S. Fac. Sc. et Tech., Univ. Nice*, p. 93.
- COLLEUIL, B. ET BEN SALEM H. 1991.** Carte géologique de la Tunisie, feuilles de Nabeul n° 30 et de Hammamet n° 37. Ed. *Serv. Géol. Nat., Tunis.*
- CORDEL, L. 1979.** Gravimetric expression of graben faulting in Santa Fe contry and the Espanola Basin, New Mexico. *Geol. Soc. Guidebook, 30th Field Conf.*, pp. 59-64.
- HADJ SASSI, M. 2002.** Etude tectonique et gravimétrique du fossé de Grombalia et de ses environs (Tunisie Nord Orientale). *Mém. D.E.A. Fac. Des Sc. de Tunis. Univ. El Manar*, 137p.
- JALLOULI, CH. AND MICLUS, K. 2000.** Regional gravity analysis of the crustal structure of Tunisia, *Journal of African Earth Sciences*, Vol. 30, n°1, pp. 63-78.
- JOHAN, Z. ET KRIVY, N. 1969.** Carte géologique de la Tunisie à 1/50000 : feuille n°36 de Bou Fichta (Notice explicative). Ed. *Serv. Géol. Nat. Tunis, Tunisie.*
- PLOUF, D. 1977.** Preliminary documentation for Fortran program to compute gravity terrain correction based on topography digitized on geographic grid. *US. geological serves, open-file-report. 77-535, Denver, Colorado, USA*, 111p.
- SHOELLER, H. 1939.** Le Quaternaire du Golf ancien de Grombalia. *Bull. Soc. Linnéenne de Bordeaux*, 4 Janvier, 1939.
- TOMAS AND GENNESSEAU, 1986.** A two stage rifting in the basins of the Corsica-Sardinia Staits. *Mar. Geol.*, 72, pp.225-239.
- TURKI, M.M. 1988.** Polycinématique et contrôle sédimentaire associé sur la cicatrice de Zaghouan-Nebhana. *Thèse ès-Sciences, Univ. Tunis II et Rev. Sc. Terre de l'U.S.T. (INRST), Tunis*, 7, 1988, 262p.