

# Les bassins quaternaires du Sahel central de la Tunisie. Genèse et évolution des sebkhas en contexte décrochant compressif et distensif

Ali AMARI et Mourad BEDIR

---

**Résumé :** Les études géologiques et les profils sismiques du Sahel central de la Tunisie suggèrent que la genèse et l'évolution des lagunes côtières et des sebkhas du Sahel central de la Tunisie ont été contrôlés par une tectonique décrochante compressive post-villafranchienne, suivie de mouvements distensifs décrochants d'âge tyrrhénien.

La phase post-villafranchienne se caractérise par des plis de direction NE à EW qui sont associés à des décrochements compressifs EW. La lagune côtière de Monastir et les sebkhas de Kelbia, Sidi El hani, Chérïta et Moknine sont localisées dans les gouttières synclinales ou dans des structures anticlinales de la phase post-villafranchienne effondrées. Les sebkhas de Mahdia et d'El Jem par contre se situent dans des couloirs tectoniques réactivant des grabens néogènes EW. Au Tyrrhénien, une phase distensive NE-SW se traduit par des décrochements distensifs conjugués NS sénestres et EW dextres. Cette tectonique réactive les anciennes failles et provoque un découpage des cuvettes synclinales en parallélogrammes déca-kilométriques influençant le réseau hydrographique. Cette structuration s'observe aussi à petite échelle et au microscope.

**Mots-clés :** Sahel de Tunisie - Bassins quaternaires - Sebkhas - Décrochement - Compression - Distension - Sismique - Dynamique de bassins.

**Abstract :** The quaternary basins of Central Tunisia. Genesis and evolution of the sebkhas related to strike slip faulting. Geological and seismic data from Central Sahel of Tunisia suggest that the coastal lagoons and the sebkhas formation and evolution were controlled by two quaternary, respectively compressive and extensional, strike slip faulting phases. NE to EW trending folds associated to EW dextral strike slip faulting are ascribed to a post-Villafranchian compressional phase. The Monastir coastal lagoon as well as Kelbia, Sidi El Hani, Cherita and Moknine sebkhas are located within syncline and faulted-anticline structures of this post-Villafranchian phase. The Mahdia and El Jem sebkhas are formed by nearly EW block-faulting reactivating Neogen grabens. Then, during Tyrrhenian times, extensional strike slip faulting reactivated old E-W trending faults and induced a decakilometric rhomboedric tectonic structuration that in twin influenced the quaternary drainage pattern. This rhomboedric pattern is also observed at small and microscopic scale.

**Key words :** Sahel of Tunisia - Recent quaternary basins - Sebkhas - Strike slip faulting - Compression - Distension - Seismic - Dynamic basin.

---

(1) Centre des Sciences de la Terre. INRS. Borj-Cédria, B.P. 95-2050 Hammam-Lif-Tunisie.

INTRODUCTION

Situé en Tunisie orientale (fig. 1), le Sahel central a été longtemps considéré comme une plate-forme stable : pays de plaines et de basses steppes (POMEL A., 1884 et CASTANY G., 1951), et peu d'études lui furent consacrées.

Cependant quelques travaux récents ont mis en évidence de manière spectaculaire le rôle de la néotectonique dans la structuration de la plate-forme (KAMOUN Y., 1980 et BÉDIR M., 1988).

La présente étude porte sur la géodynamique de l'ensemble de la plate-forme sahelienne au Quaternaire : elle s'intéresse plus particulièrement aux sebkhas.

Par une analyse morphologique, structurale et sismique, nous essayerons de dégager les caractères morphostructuraux, et nous montrerons le rôle de la néotectonique dans la genèse des cuvettes synclinales et des grabens dans lesquels les sebkhas se sont individualisées.

I. LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE

Les données structurales relevées dans les différents terrains affleurants ont permis d'établir la chronologie des événements tectoniques successifs survenus dans le Sahel. Cette chronologie est basée sur une connaissance de la stratigraphie de ce domaine, résumée dans une coupe synthétique établie dans la région de Mognine (fig. 2).

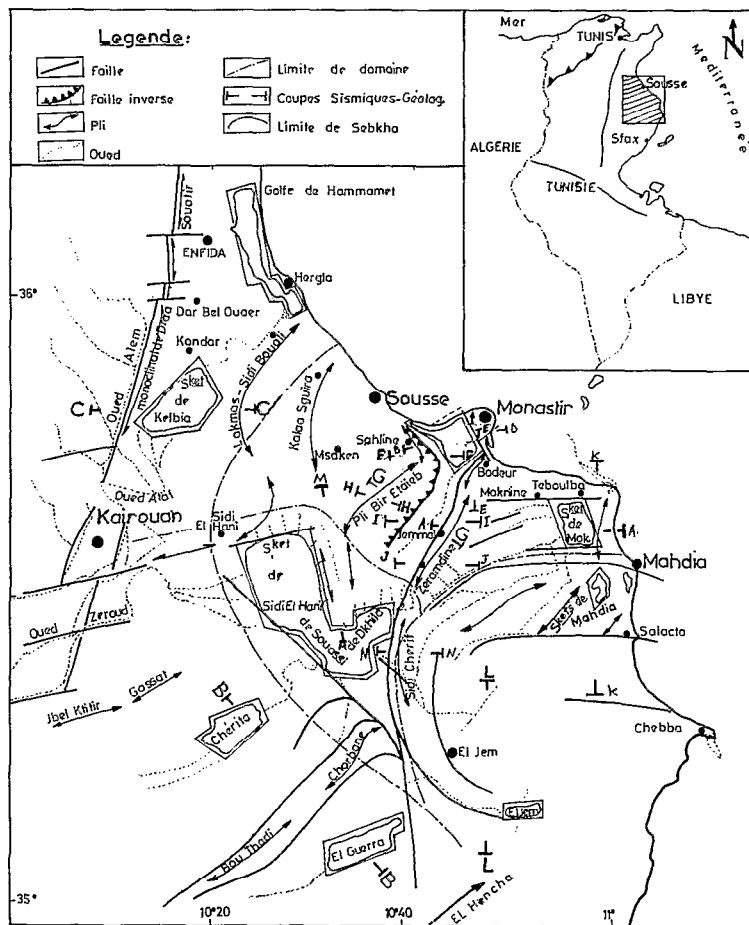


Fig 1. — Localisation et cadre structural des sebkhas du Sahel central. D'après Y KAMOUN (1980), P.F BULLIET (1981), P. HALLER (1983), A. AMARI et M. BÉDIR (1988). Réinterprétés

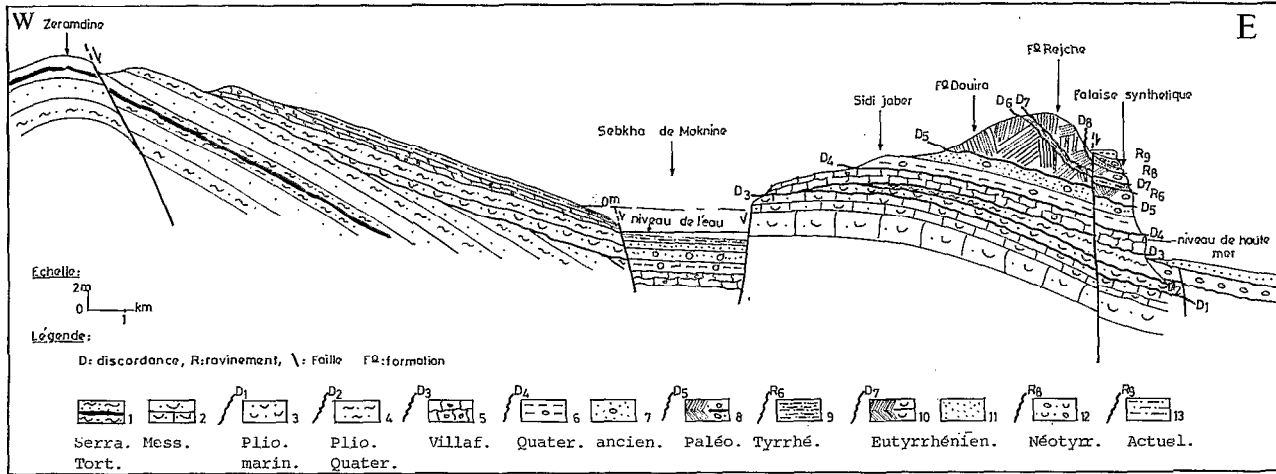


Fig. 2. — Coupe géologique dans la région de Moknine et de Mahdia montrant la stratigraphie synthétique du Sahel central (coupe AA, voir fig. 1).

De bas en haut on reconnaît :

**A. Le Miocène**

Les affleurements du Miocène apparaissent presque uniquement au cœur des anticlinaux du Sahel. Ce sont :

1. Des alternances d'argiles et de sables à passées lignitifères et gypseuses, d'âge serravallien et tortonien, indiquant une sédimentation typique de bassin paralic (DEMARCO G. *et al.*, 1976), caractérisé par la fréquence de chenaux de progradation (BÉDIR M., 1988).
2. Des grès calcaires oolithiques fossilifères, parfois d'aspect conglomératique, de couleur blanc beige et d'âge messinien (BÈSÈME P. et KAMOUN Y., 1987). Ces calcaires correspondent à l'équivalent sahélien des calcaires de Melquart du Cap-Bon (formation Béni Khair des pétroliers), (BISMUTH H., 1984).

**B. Le Pliocène**

Il est en discordance sur les niveaux miocènes et est représenté par :

3. Des sables et parfois des argiles fossilifères marins, suivis d'un
4. épisode argilo-sableux continental d'âge plio-quaternaire.

**C. Le Quaternaire**

Le Quaternaire proprement dit, débute par :

5. *Le Villafranchien* constitué par une épaisse dalle de croûte à hélicidés (PASKOFF R. et SANLAVILLE P., 1983) et

(AMARIA., 1986). Cette dalle encroûte généralement un horizon rouge quelquefois gris-vert à concrétion calcaires. Cette croûte constitue un excellent repère stratigraphique dans la région. En outre, et vu sa nature de roche cassante, elle a le mieux fossilisé les événements tectoniques récents.

6 et 7. Elle est surmontée par un horizon de sol rouge, argileux à la base (6) et sableux au sommet (7) et, également daté du Villafranchien grâce à des Hélix.

*Au Tyrrhénien*, deux cordons marins littoraux se sont successivement installés sur ce sol rouge :

8. Le plus externe et plus ancien est paléothyrrhénien (PASKOFF R., 1976). C'est la formation Douira, constituée par un cordon de sable oolithique, haut d'environ une trentaine de mètres.

10. Le second, interne et plus jeune, est daté de l'Eutyrrhénien (PASKOFF R. et SANLAVILLE, 1976). C'est la formation Réjiche, constituée également d'un cordon sableux oolithique, haut d'environ 20 m.

La formation Douira et la formation Réjiche sont séparées par un horizon très mince d'argile rouge (9), (fig. 2).

11. Des sables blancs dominent la formation Réjiche ; ils sont suivis par un :

12. grès coquiller, conglomératique, à galets et blocs lithofagés, daté du Néothyrrhénien grâce à la présence de *Strombus bubonius* (CASTANY G., 1951). C'est la formation Chebba.

Les trois formations transgressives du Quaternaire marin du Sahel sont donc séparées par des épisodes continentaux constitués par des argiles et des sables rouges. Elles sont, souvent, discordantes à la base et ravinées au sommet.

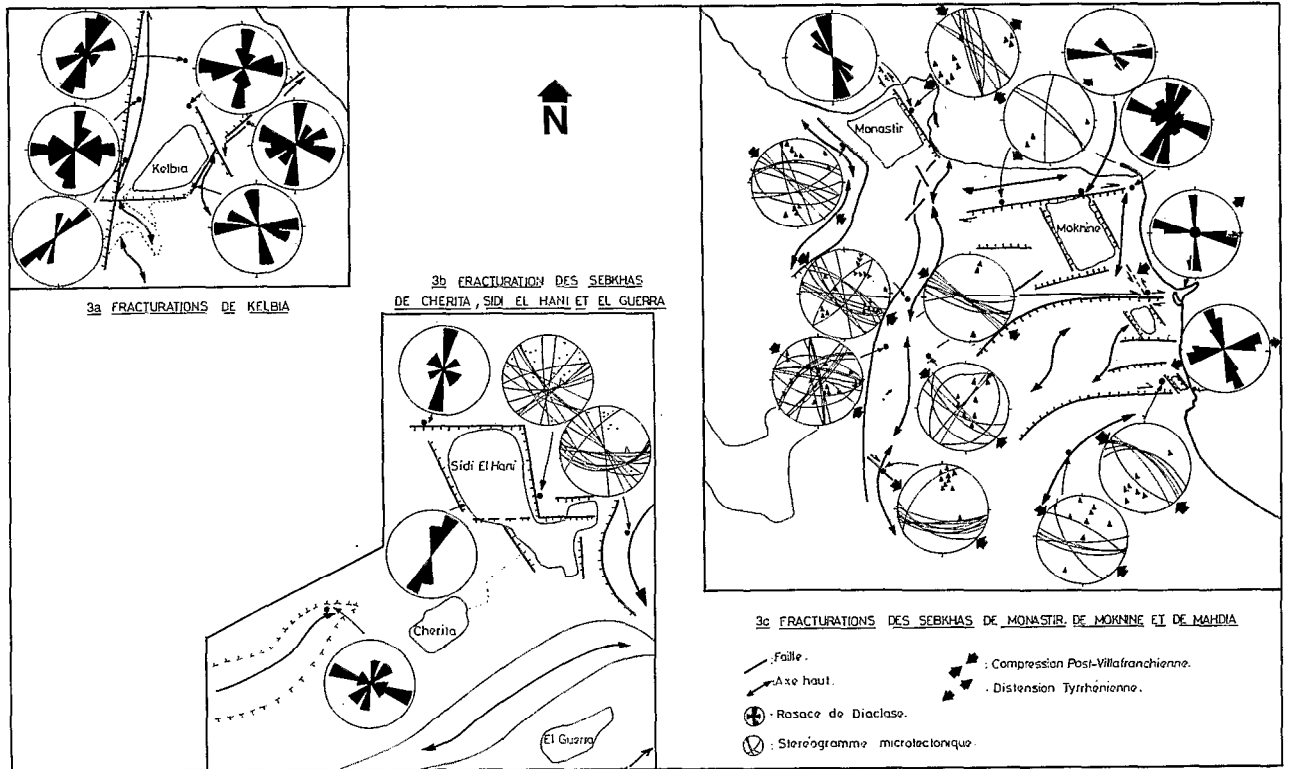


Fig. 3. — Structures et fracturations des sebkhas du Sahel central : failles et diastases.

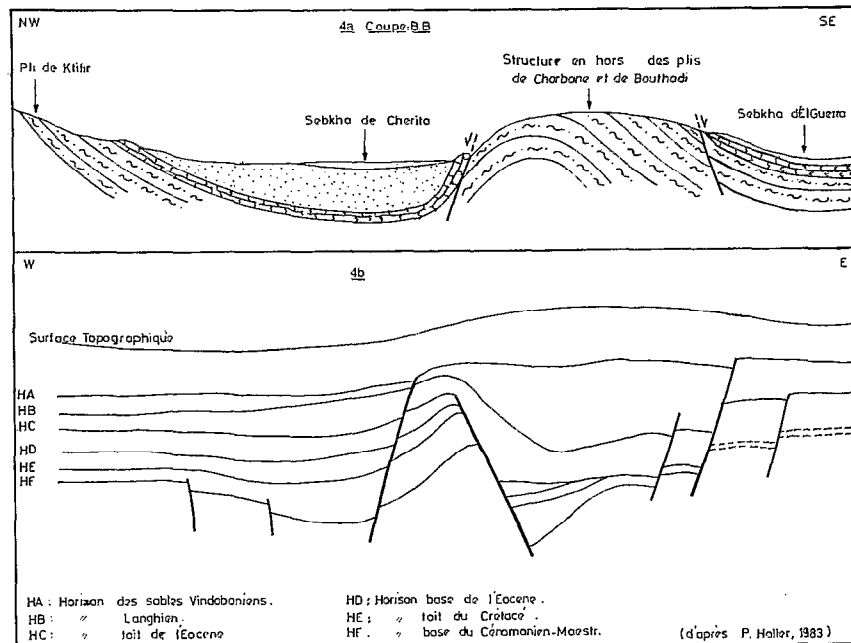


Fig. 4. — Coupe géologique (a) et d'interprétation sismique (b) (P HALLER, 1983) du domaine des sebkhas de Chérta et d'El Guerra (coupe BB).

13. Au-dessus du grès conglomératique de la formation Chebba, un sol limoneux rouge, d'âge Würmien, est suivi d'un horizon limono-sableux beige, à tessons de poteries romaines, indiquant la période historique.

## II. LES DIFFÉRENTS TYPES DE SEBKHAS ET LEUR CADRE GÉODYNAMIQUE

Afin de faire ressortir l'évolution tectonique qui conduit à la genèse et au façonnement des bassins sédimentaires récents, l'étude structurale a porté sur les sebkhas du Sahel central en Tunisie (fig. 1 et fig. 2).

Il faut noter, tout d'abord, la prépondérance des sebkhas en forme de losanges. Cette forme rhombe s'observe particulièrement pour les sebkhas de Monastir de Moknine et pour celles du bassin de Sidi El Hani.

D'après leur morphostructuration et leur cadre géodynamique les sebkhas ont été classées en quatre catégories appartenant à quatre domaines principaux :

- le domaine des sebkhas installées sur gouttières synclinales,
- le domaine des sebkhas installées sur les flancs de plis effondrés,
- le domaine des sebkhas installées sur les blocs basculés de grabens,
- le domaine des sebkhas installées sur des nœuds tectoniques complexes.

### A. Les sebkhas installées sur les gouttières synclinales des plis post-villafranchiens

Elles appartiennent au domaine occidental de la zone étudiée, situé à la jonction de la plate-forme sahélienne avec la plaine de Kairouan. Dans ce domaine deux (2) gouttières synclinales sont allongées et orientées NE-SW. Dans les zones les plus basses de ces gouttières s'installent les sebkhas.

Du nord vers le sud, on distingue : la sebkha de Chérta, orientée N 50 et la sebkha d'El Guerra, orientée N 60.

Les fonds de ces sebkhas se situent à des altitudes respectives de 50 et 65 m.

#### 1. MORPHOLOGIE DES SEBKHAS DE CHÉRITA ET D'EL GUERRA

##### 1.1. La sebkha de Chérta

La forme quadratique de la sebkha de Chérta apparaît malgré l'érosion qui rend les bordures sinueuses. La sebkha est drainée vers celle de Sidi El Hani par l'oued Chérta.

##### 1.2. La sebkha d'El Guerra

La sebkha d'El Guerra a la forme d'un losange allongé selon la direction N 60. Elle est reliée à la sebkha d'El

Jem par l'oued El Jem, lequel suit l'accident N-S signalé par BUROLLET (1981) et qui limite la sebkha d'El Guerra à l'est (fig. 1). Plus au nord, l'oued est dévié vers l'est puis vers le sud-est par la faille occidentale du graben d'El Jem (BÉDIR M., 1988).

#### 2. DONNÉES STRUCTURALES DE LA RÉGION DE CHÉRITA ET D'EL GUERRA

Les deux sebkhas occupent le centre de deux dépressions séparées par un horst superposé aux plis sigmoïdes de Bouthadi et de Chorbane (fig. 1, 3 et 4). Cette structure en horst a une forme sigmoïde bordée par deux failles qui se rejoignent à leurs extrémités NE et SW (BUROLLET P.F., 1981).

De part et d'autre du horst, les sebkhas de Chérta et d'El Guerra sont installées sur des panneaux effondrés. Au nord-ouest, la sebkha de Chérta est limitée par l'anticlinal de Jebel Ktitir. Au sud-est, la sebkha d'El Guerra est limitée par les plis sigmoïdes d'El Hencha et de Sidi Litayem (fig. 3).

D'autre part, la fracturation observée dans les environs de Chérta (fig. 3b) fait ressortir le découpage en losange selon deux directions essentielles, est-ouest et nord-sud, correspondant à des décrochements respectivement dextres et sénestres.

### B. Les sebkhas installées sur les flancs de plis effondrés

Elles appartiennent à un domaine situé aux extrémités nord orientale et nord occidentale du Sahel. Ce domaine comprend les bassins sub-méridiens de Monastir et de Moknine et le bassin NE-SW de Kelbia ; les sebkhas de Monastir et de Moknine sont orientées N 160-170 et disposées en relais gauche. Il s'agit de bassins installés à la faveur de l'effondrement d'un dispositif structural formé par le flanc monoclinale de plis post-villafranchiens et d'une zone synclinale.

#### 1. LA SEBKHA DE KELBIA

##### 1.1. Morphologie

La sebkha de Kelbia est située à l'extrémité sud-ouest du couloir NE-SW, reliant la plaine de Kairouan au golfe de Hammamet. Elle possède un fond qui pend vers le nord-est et s'étend sur environ 80 km<sup>2</sup> et a la forme d'un parallélogramme s'allongeant dans la même direction que le couloir.

Les oueds Alem et Zéroud, qui alimentent la sebkha par l'ouest et le sud-ouest, coulent l'un vers l'autre en suivant une zone tectonique matérialisée par une faille normale de direction N 25 (fig. 1). A l'angle sud-ouest de la sebkha, les deux oueds se rencontrent dans le nœud tectonique de l'oued El Atef et forment un vaste delta à nombreux chenaux diffus. A l'angle nord-est, l'oued Sed draine la sebkha de Kelbia vers le golfe de Hammamet.

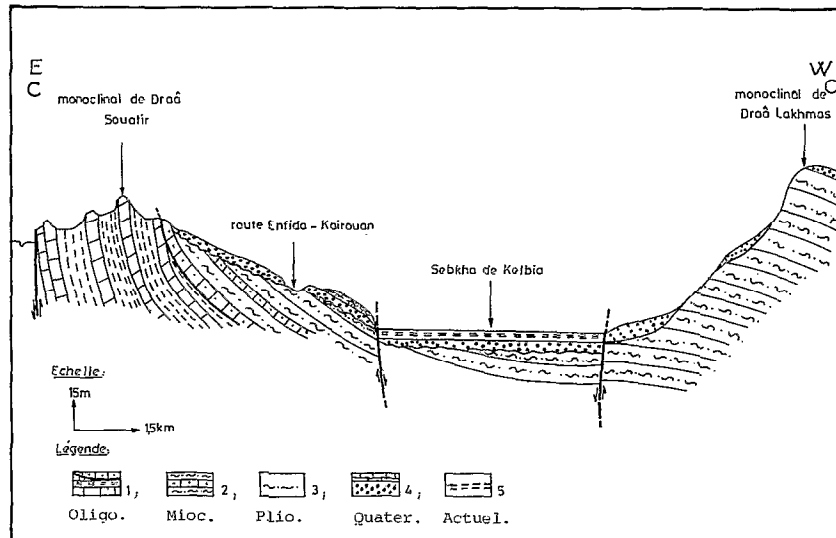


Fig. 5. — Coupe géologique de la sebkha de Kelbia (coupe CC).

### 1.2. Données géologiques et structurales

L'étude géologique permet de proposer un schéma structural du secteur de Kelbia (fig. 5) : le couloir de Kelbia de direction NE-SW est limité, au nord-ouest par le monoclinale de Draâ Souatir dirigé N 25, au sud-est et à l'est par le monoclinale de Draâ Lakhmas (fig. 1). La structure monoclinale de Draâ Souatir, longue d'une trentaine de kilomètres s'ennoie vers le sud sous l'épaisse série plio-quadernaire de Draâ Fatnassa à l'oued Ataf.

Longeant Draâ Souatir, une faille normale N 25, suivie sur toute la longueur visible du monoclinale, effondre la partie occidentale de la structure sous la plaine du Bled El Ktifa. La faille, visible en photos aériennes, se prolonge jusque vers le sud de Kairouan où elle est reconnue grâce à des profils sismiques (HALLER P., 1983).

L'analyse de la fracturation provenant de cinq stations de mesures réalisées sur les bordures de Kelbia (fig. 3) a montré une structuration en losanges due à deux systèmes de décrochements essentiels conjugués, de directions E-W dextres et N-S à NNE-SSW sénestres. Le découpage en losanges, très fréquent, visible en lame mince et à l'échelle centimétrique et métrique, affecte les différents niveaux stratigraphiques de la région, depuis les grès calcaires oligocènes à la croûte villafranchienne.

L'interprétation des données géologiques et structurales de la région de Kelbia (fig. 3 et 4), permet de reconstituer l'histoire de la sebkha. La zone de Kelbia, exhaussée au Miocène inférieur, a été transgressée en discordance angulaire visible le long de Draâ Souatir par la dalle calcaire gréseuse de la formation Ain Grab

(BUROLLET P.F., 1956), d'âge langhien (BISMUTH H., 1984).

Après le Villafranchien, la structure de Draâ Souatir subit un important plissement (HALLER P., 1983). Sur le flanc oriental de cette structure plissée, s'installe la sebkha de Kelbia à la faveur d'une distension visible dans les dépôts marins d'âge Tyrrhénien, rencontrés le long de la côte sahéenne (MARTINEZ C. et PASKOFF R., 1984) et (BEDIR M., 1988). Cette distension, qui effondre la partie occidentale du plis de Draâ Souatir, a mobilisé sur le flanc oriental le réseau de failles en décrochements conjugués EW et N 20 à N 30, découpant ainsi la sebkha de Kelbia en bassin rectangulaire.

En particulier, la faille N 30 qui limite la sebkha à l'ouest décale un niveau de 30 cm d'argiles à petits mollusques qui se trouve actuellement levé à environ 1 m par rapport au fond de la sebkha. Nous pensons que ces argiles fossilifères se sont déposées lors d'une période d'inondation, qui a permis à ces mollusques de peupler ce milieu.

## 2. LA SEBKHA DE MONASTIR

### 2.1. Morphologie

La sebkha et son bassin versant constituent un couloir rectangulaire. Au nord, la sebkha est largement ouverte sur la baie de Sousse et seul le cordon holocène la sépare de la mer.

La sebkha, en position septentrionale par rapport au bassin versant, est un rectangle orienté N 160, ayant une superficie de 18 km<sup>2</sup>. La morphologie en couloir est bien exprimée dans la topographie ; par la falaise

abrupte qui limite la sebkha à l'est et par la flexure de Sahline qui constitue sa bordure ouest (fig. 6).

La forme générale de l'ensemble sebkha-bassin versant est une gouttière sigmoïde d'orientation moyenne N45. En effet, elle subit une torsion au niveau de la ligne Masjed Aïssa-Bodeur (fig. 1) et se prolonge vers le sud-ouest par la gouttière synclinale de Jemmal. Cette dernière est limitée respectivement au nord-ouest et au sud-est par les plis failles de Bir Taïeb et de Bodeur Zéramdine (fig. 1).

La morphologie en gouttière de la dépression synclinale, ébauchée après le Villafranchien et effondrée au Tyrrhénien, est le résultat de la vergence opposée des plis failles de Bir Taïeb et de Bodeur-Zéramdine (fig. 8).

Cette morphologie sigmoïde se traduit, au niveau du réseau hydrographique du bassin versant de la sebkha de Monastir, par une géométrie identique. En effet, l'oued El Maleh, qui est l'axe hydrologique principal drainant la sebkha, coule au centre du bassin versant en épousant sa forme. Cet oued collecte à partir de deux rives, deux réseaux hydrographiques symétriques, plus denses au niveau des flexures qui bordent les deux côtés de la gouttière synclinale effondrée de Jemmal.

## 2.2. Données structurales

En fait, la morphologie de la sebkha de Monastir découle de sa position entre les deux failles qui bordent le bassin :

a) La falaise qui limite la sebkha à l'est correspond au miroir de la faille décrochante sénestre de Skanès-Monastir, de direction N 165 (KAMOUN Y. *et al.*, 1981).

Cet accident décakilométrique est représenté par une série de failles sub-parallèles, visibles le long du tunnel du métro de Monastir (fig. 6). Certaines de ces failles affectent la série miocène, d'autres atteignent les grès calcaires marins tyrrhéniens sus-jacents, et discordants sur les argiles et sables miocènes.

La majeure partie de la fracturation a une orientation N 165-175 qui coïncide avec la direction de l'accident de Skanès-Monastir. Le reste de la fracturation est dirigé N 150 et N 130. Le jeu normal des failles a permis l'effondrement de panneaux successifs en escaliers vers l'ouest. Le panneau principal, le plus occidental, constitue le fond du bassin où prend place la sebkha de Monastir.

b) Le pli-faille qui limite à l'ouest la sebkha est souligné par la flexure de Sahline, exprimée sur la topographie par une rupture de pente et visible en profondeur sur les profils sismiques recoupant cette structure (fig. 9). Au voisinage de la faille, les niveaux du Quaternaire ancien, représentés par une épaisse croûte et des terrasses, sont discordants sur le Pliocène continental, le Pliocène marin et le Miocène plissé et érodé à la fin du Tortonien. L'ensemble a été plissé au Post-villafranchien après l'installation de la dalle de croûte.

## 2.3. Données sismiques

Les profils sismiques de la figure 7, rendent compte des failles principales qui ont contrôlé à la structuration de la sebkha de Monastir. L'un de ces profils (fig. 7b), traverse le sud-est du bassin (fig. 1). Il recoupe la faille est-ouest qui marque la limite sud de la sebkha et l'accident de Skanès-Monastir qui constitue

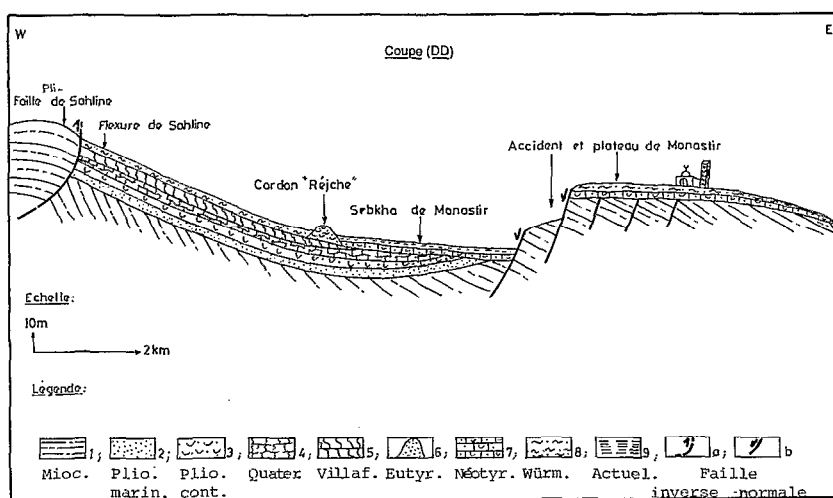


Fig. 6. — Coupe géologique de la sebkha de Monastir (coupe DD).

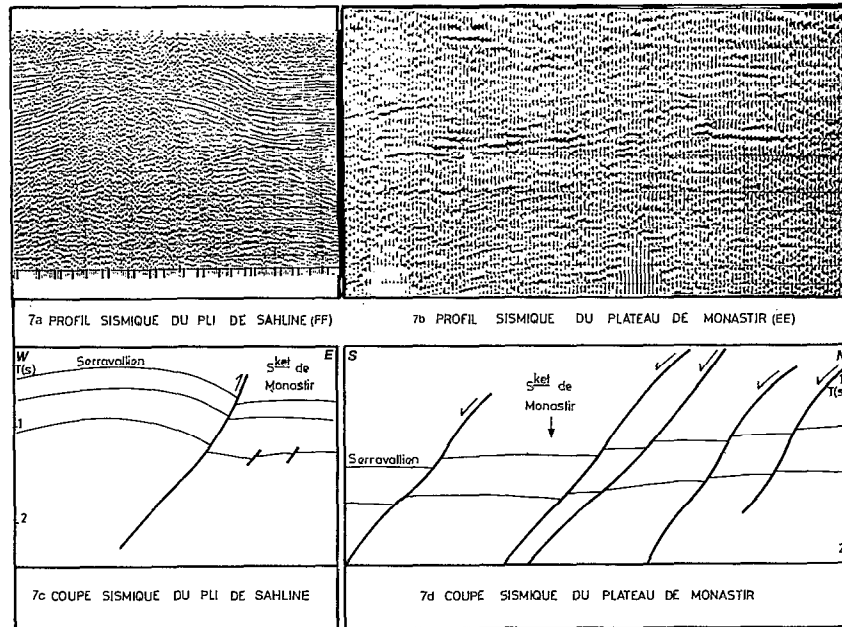


Fig. 7 — Profils et coupes sismiques de la sebkha de Monastir (coupes EE et FF).

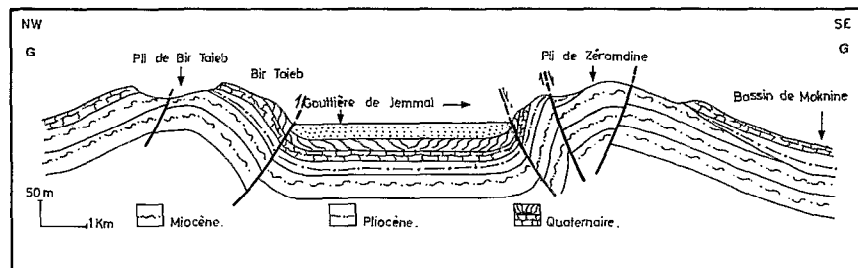


Fig. 8. — Coupe géologique de la gouttière synclinale de Jemmal (coupe GG).

sa limite est. Cet accident est matérialisé par une série de failles normales (fig. 7b) qui s'enracinent dans les niveaux de l'Éocène supérieur. L'accident admet, en surface, un rejet vertical de 28 m calculé en prenant comme repère stratigraphique l'horizon calcaire gréseux coquiller (formation Chebba, d'âge tyrrhénien).

Cet horizon tyrrhénien est décalé par le jeu normal de l'accident de Skanès : le panneau soulevé recouvre le sommet du plateau de Monastir ; l'autre, effondré est rencontré par carottage au fond de la sebkha. Cette valeur a été confirmée par le calcul sur la coupe sismique du rejet de l'horizon « Ain Grab » du Miocène moyen (Langhien), meilleur repère sur les profils sismiques du Sahel (BÉDIR M., 1988).

A l'ouest, le panneau effondré est limité par le pli-faille de Sahline à vergence nord-est (fig. 7a et 7c). La faille est inverse et a la même direction que le pli de Sahline (N 140). Elle subit à sa terminaison méridionale une torsion vers le sud-ouest et longe le pli de Bir Taieb, d'orientation N 45 et à vergence sud-est (fig. 8 et fig. 9a). De l'autre côté de la gouttière de Jemmal (fig. 1), le pli de Zéramdine-Bodeur déversé vers le nord-ouest marque la limite sud-ouest du bassin (fig. 8 et fig. 9b et 9c).

Entre la faille de Skanès et la faille de Sahline, et à cause du rejet plus important de l'accident normal de Skanès, le panneau effondré est incliné vers l'est. L'inclinaison topographique, nette sur le terrain, est



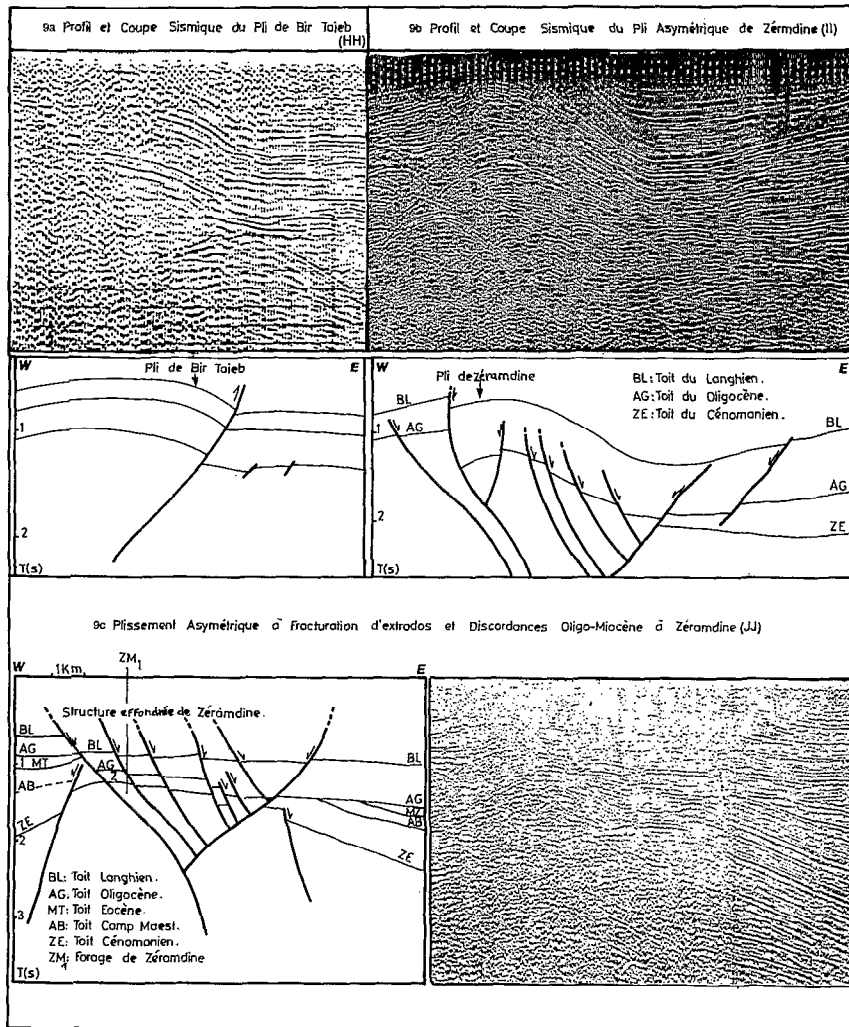


Fig. 9. — Profils et coupes sismiques des structures plissées de Zéramdine et Bir Taieb (M. BÉDIR, 1988) (coupes HH et JJ).

vérifiée par le pendage du niveau du grès de la formation Chebba, rencontré par carottage à 1 m de la surface au niveau de la bordure occidentale de la sebkhâ de Monastir et à 1,50 m au centre de celle-ci.

#### 2.4. Conclusion

Ainsi, la compression post-villafranchienne dont l'axe de raccourcissement est dirigé N 130-140, associée à des failles compressives décrochantes dextres, crée les structures anticlinales de Monastir, Bodeur-Zéramdine et Sahline Bir Taieb et la gouttière synclinale sigmoïde de Jemmal.

Au Tyrrhénien, la sebkhâ de Monastir s'installe à la faveur de l'effondrement du panneau constitué par la terminaison nord-orientale de la gouttière synclinale de Jemmal et la partie occidentale du pli de Monastir.

La sebkhâ est alors façonnée en bassin rectangulaire, par le jeu de décrochements distensifs est-ouest, dextres, observés, à la limite méridionale de la sebkhâ, aux confins du pli de Bodeur, et N 165 sénestres tel la faille de Monastir.

D'autre part, la répartition du réseau hydrographique de la gouttière synclinale de Jemmal montre l'effet direct de la tectonique dans la morphostructuration des paysages quaternaires du Sahel central. Non seulement, les oueds principaux de la région suivent les zones de faiblesse tectonique de la région, en coulant le long des failles de Zéramdine et de Sahline, mais leur répartition est directement liée à l'agencement des différents blocs tectoniques. Ceci indique une structuration bien réglée et contrôlée par la tectonique de la région.

3. LA SEBKHA DE MOKNINE

3.1. Morphologie

La sebkha de Moknine a la forme d'un losange de 50 km<sup>2</sup> de superficie (fig. 1 et 3). Ce losange admet pour grand axe une direction N 170 parallèle à ses bordures orientale et occidentale. Les bordures septentrionale et méridionale sont également parallèles et orientées est-ouest. Le fond de la sebkha de Moknine se trouve actuellement à -10 m au-dessous du niveau de la mer et à -40 m par rapport au point culminant de la région. La bordure orientale, et dans une moindre mesure, les deux bordures septentrionale et méridionale, sont représentées par des falaises bien marquées dans la topographie. La falaise orientale, longue d'environ 6 km et haute de 2 à 4 m (fig. 2), ainsi que la falaise septentrionale sont formées par des grès calcaires oolithiques, gréseux, conglomératiques et fossilifères du Miocène supérieur (Messinien).

3.2. Données géologiques et structurales (fig. 10a)

Le découpage des bordures de la sebkha en falaises rectilignes et abruptes est dû à un système de failles

conjuguées se recoupant et lui donnant sa forme de losange. On observe l'un de ces nœuds tectoniques au niveau de la carrière de Tébouba située, au nord-ouest de la sebkha (fig. 1) : dans une puissante dalle de grès calcaire oolithique et fossilifère messinien, suivi de 2 à 3 m d'argiles vertes à la base et rouges au sommet d'âge Villafranchien (PASKOFF R. et SANLAVILLE P., 1983 et AMARI A., 1986).

A l'intérieur de la carrière, les murs des galeries sont les miroirs de deux systèmes de failles conjuguées (fig. 3c) : failles décrochantes, dextres N 90 et sénestres inverses N 125. Sur les miroirs de failles, les stries très nettes montrent un polyphasage des mouvements tectoniques, caractérisés par des jeux complexes normaux et inverses. Les failles est-ouest, très nombreuses, et formant un couloir de quelques kilomètres de largeur, sont parallèles et présentent un pendage subvertical. Dans le couloir de failles, les grès calcaires oolithiques messiniens encroûtés à la surface sont découpés en lentilles centimétriques et décamétriques. Ce couloir de failles a été suivi vers l'ouest au-delà de Moknine et vers l'est jusqu'à la mer (fig. 10a).

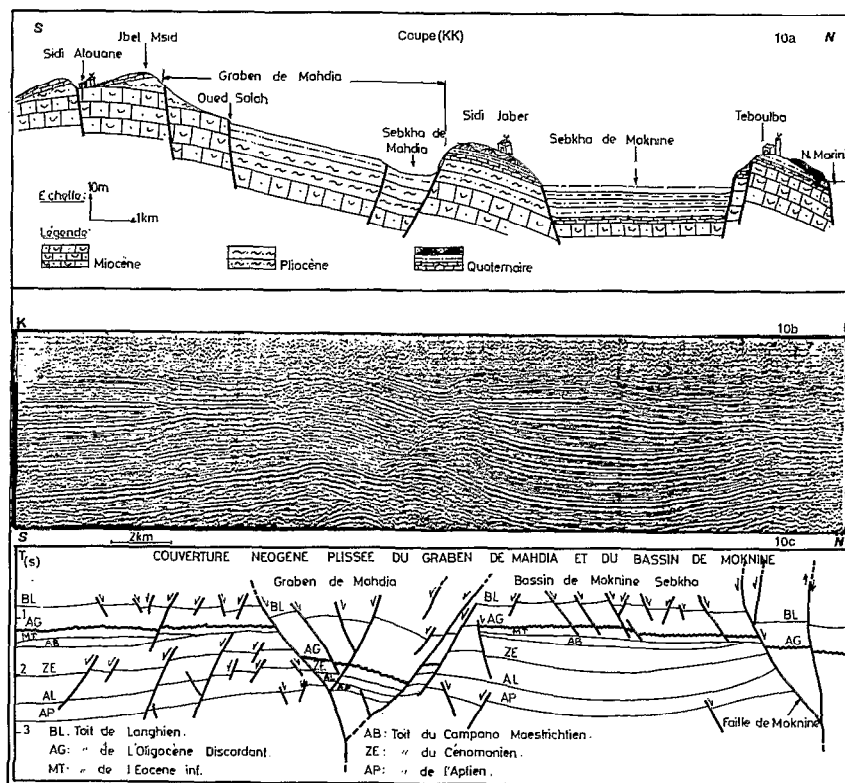


Fig 10. — Coupe géologique et sismique du secteur de Moknine et du graben de Mahdia (coupe KK).

3.3. *Les données sismiques de la région de Moknine*

L'interprétation des profils sismiques de direction nord-sud et est-ouest illustre le schéma structural de la sebkha de Moknine en profondeur. En effet, les lignes sismiques (fig. 10) recoupent les failles est-ouest et N 160-170 limitant au nord, au sud, à l'est et à l'ouest la sebkha. L'interprétation des profils sismiques en coupe sismique permet de relier les failles décrochantes est-ouest de surface à des accidents géophysiques majeurs qui s'enracinent dans les niveaux assez profonds du Crétacé inférieur.

Les failles normales N 160-170 s'enracinent dans la série miocène du bassin de Moknine où elles constituent les fracturations d'extrados du pli post-villafranchien de Sidi-Jaber (BÉDIR M. et ZARGOUNI F., 1986). Ces failles conjuguées dont certaines sont très anciennes, ont joué à plusieurs reprises durant l'histoire du bassin de Moknine ; le dernier rejeu est d'âge néo-tyrrhénien.

3.4. *Interprétation de la carte isopièze du secteur de Tébolba : incidence de la fracturation du réservoir grés-oolithique miocène sur la répartition des courbes isopièzes*

Le résultat d'une série de mesures piézométriques relatives à une centaine de puits du secteur de Tébolba à l'est de Moknine, est représenté sur la carte de la figure 1. Les courbes isopièzes dessinent des lentilles et des diverticules allongés selon deux direc-

tions principales, est-ouest (D1, D2, D3) et N 160 (D4 et D5).

Ces lentilles et bras allongés coïncident avec les couloirs de failles décrits auparavant. La surface de la nappe présente un profil irrégulier avec des creux descendant à une profondeur de 30 m sous le niveau marin et des pics qui remontent à +15 m. Les creux correspondent aux couloirs de failles où se répartit préférentiellement la nappe phréatique et où il se crée un appel d'eau le long de la fracturation, ce qui abaisse considérablement le niveau piézométrique (fig. 11).

3.5. *Conclusion : structuration et évolution du bassin de Moknine*

L'analyse de l'ensemble des données morphologiques, structurales et sismiques de la sebkha de Moknine et de ses environs, fait ressortir la forme losangique de ce bassin et permet de suivre son évolution depuis le Crétacé : de l'Aptien à l'Oligocène, le bassin a évolué en cuvette subsidente (fig. 12). Le Miocène transgressif est nettement discordant sur les niveaux oligocènes (fig. 9c). Au Messinien, se déposent les grès calcaires oolithiques fossilifères quiaffleurent le long des falaises bordant la sebkha au nord et à l'est. A la fin du Miocène, la zone de Moknine a émergé et a été légèrement plissée (voir les discordances successives du Miocène au Quaternaire récent (fig. 2) ). Après le Villafranchien, une phase majeure de plissement de la couverture du bassin du Néogène au Quaternaire, engendre la cuvette synclinale entre les

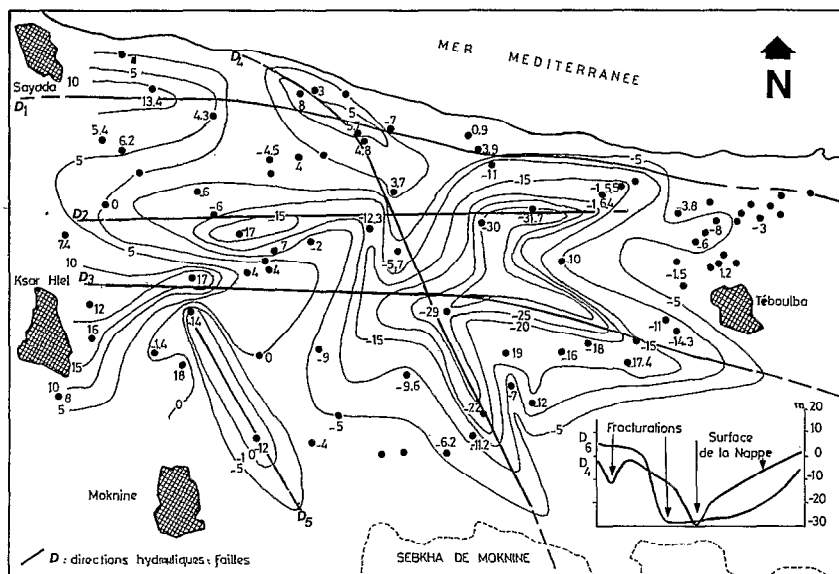


Fig. 11. — Carte isopièze du secteur de Tébolba : rôle de la fracturation du réservoir grés-oolithique miocène sur la répartition de la nappe phréatique (ZÉBIDI et EL BATTI, 1981).

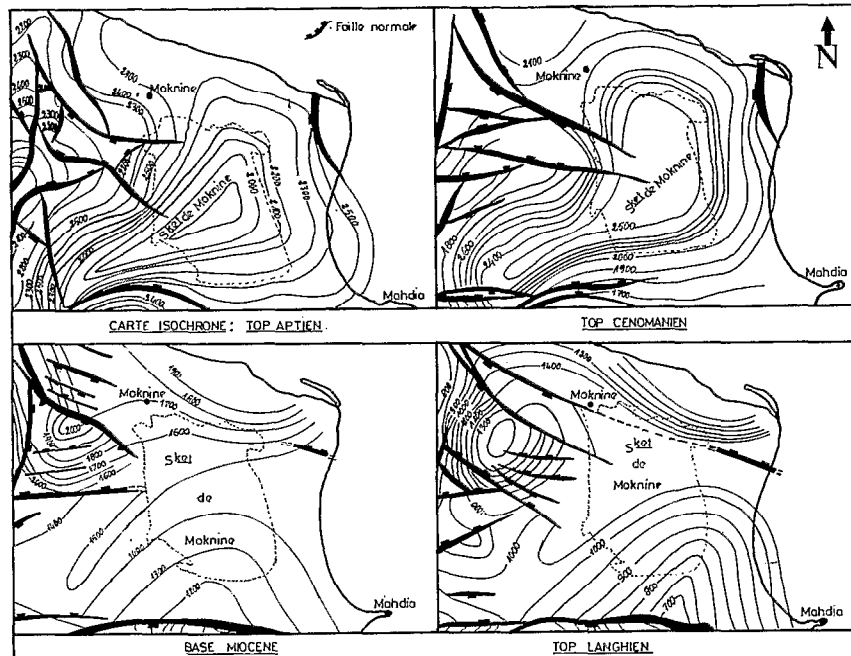


Fig. 12. — Cartes isochrones et évolution du bassin de Moknine de l’Aptien au Serravallien : Permanence de la structuration en bassin depuis le Crétacé inférieur (M. BEDIR, 1988).

plis de Zéramdine et de Sidi-Jaber. Après le plissement post-Villafranchien, la zone de Moknine a définitivement émergé. Durant le Quaternaire récent (Tyrrhénien), la mer a fait de brèves incursions cantonnées près de la côte actuelle et matérialisées par les trois unités ou cordons tyrrhéniens (fig. 2). La cuvette synclinale créée au post-Villafranchien, très fortement dissymétrique vers l’est, sera modelée par la suite, lors de l’extension survenue au Tyrrhénien. Cette distension, caractérisée par le rejeu des accidents est-ouest et N 160 en décrochements distensifs, dextres et sénestres permet l’ouverture et l’effondrement de la partie orientale de la cuvette synclinale et de la partie occidentale du pli de Sidi-Jaber, formant ainsi le bassin losangique de la sebkha de Moknine.

Par ailleurs, les failles est-ouest et N 160 ont guidé les principaux oueds du réseau hydrographique qui alimente la sebkha de Moknine. Les deux principaux oueds de la région, coulant de l’ouest vers l’est, se placent sur les failles du couloir tectonique est-ouest de Moknine-Mahdia (fig. 1).

### C. Les sebkhas installées sur les blocs basculés des grabens de Mahdia et d’El Jem

Le domaine des grabens est situé dans le secteur sud-est du Sahel et comprend les sebkhas de Mahdia, El Gotaïa, Elliana, El Kassesse, Ben Ryada et la sebkha d’El Jem. Ces sebkhas se placent en bordures internes

de zones de couloirs tectoniques majeurs constitués par les grabens néogènes de Mahdia et d’El Jem, de direction respective est-ouest et nord-sud (BÉDIR M., 1988).

## 1. LES SEBKHAS DE MAHDIA

### 1.1. Morphologie

Les quatre sebkhas de Mahdia ont la forme de losanges allongés selon la direction N 160 et sont, de ce point de vue, comparables aux deux sebkhas de Moknine et de Monastir appartenant au domaine voisin.

### 1.2. Données structurales et sismiques

A l’intérieur du couloir est-ouest de Mahdia-Ksour Essaf (fig. 10), et à la suite du rejeu en décrochements compressifs est-ouest des failles crétacées, le plissement post-villafranchien de la couverture néogène s’est traduit par des plis orientés N 50 en relais droits (BÉDIR M. et ZARGOUNI F., 1986), (fig. 1 et fig. 3c).

Au Tyrrhénien, la réactivation des failles anciennes, bordières du graben de Mahdia en décrochements distensifs est-ouest et N 160 permet le basculement vers le nord-est du bloc intra-graben et l’ouverture au sein de celui-ci de bassins losangiques. Aux limites des failles bordières septentrionales du graben, l’af-

faissement, plus important, permet l'installation des quatre sebkhas de Mahdia (fig. 1).  
 A Salakta, aux limites des failles bordières méridionales du graben, le réseau de fractures conjuguées, de direction N 80-90 dextres et N 160-170 sénestres.

découpent les grès conglomératiques coquilliers, néotyrhénien, de la formation Chebba, en micro-bassins losangiques synsédimentaires (fig. 13).  
 D'autre part, le réseau hydrographique du bassin versant des sebkhas de Mahdia est guidé par les

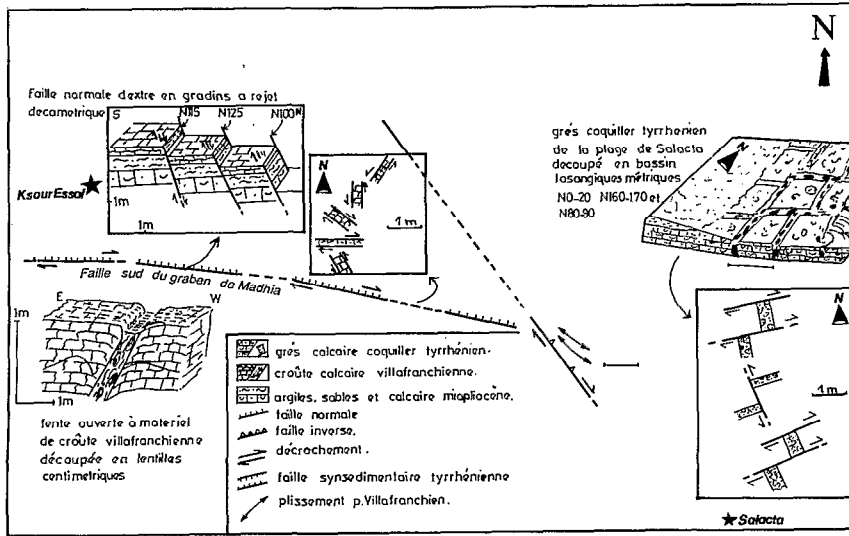


Fig. 13. — Schéma structural et fracturation de la bordure sud du graben de Mahdia, dans la région de Ksour-Essaf-Salakata.

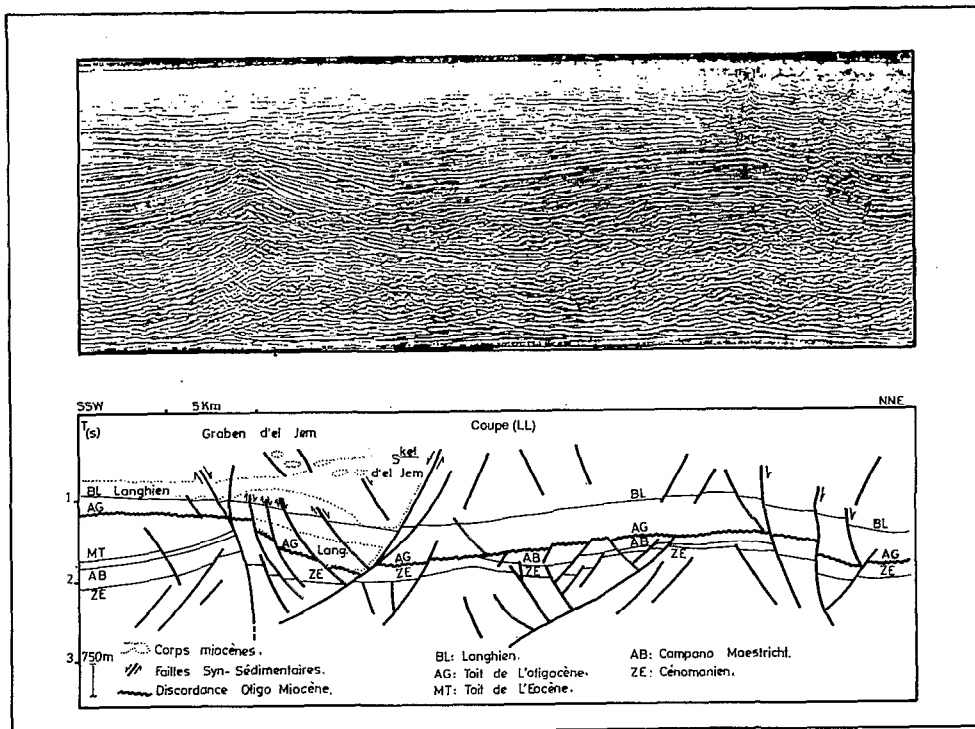


Fig. 14. — Coupe sismique du graben d'El Jem (coupe LL).

gouttières synclinales des plis en relais et par les failles bordières du graben. En effet, les oueds sont déviés au niveau des coins tectoniques et suivent le tracé des failles majeures bordières est-ouest et N 160. En profondeur, la nappe phréatique est guidée par les couloirs majeurs de fracturations qui sont donc des zones d'intérêt hydrologique certain.

## 2. LA SEBKHA D'EL JEM

La sebkha d'El Jem, de forme rectangulaire et d'axe est-ouest, est installée sur le bloc basculé nord de la terminaison méridionale du graben d'El Jem (fig. 14). Elle est limitée par des failles est-ouest prolongeant le couloir subméridien d'El Jem.

## D. Les sebkhas installées sur les zones de nœuds tectoniques complexes

Ces sebkhas appartiennent à la zone centrale du Sahel, située à la limite des trois domaines décrits auparavant (fig. 1). On distingue du nord au sud : les sebkhas de Sidi El Hani, de Souassi et de Dkhila. Cette zone se place au niveau du coin tectonique de Boumerdès où se croisent le couloir tectonique des plis failles matérialisé par l'alignement Bodeur-Zéramdine-Chorbane-Bouthadi, et la terminaison occidentale du graben de Mahdia. Dans cette zone de nœud tectonique, on voit interférer les directions et les formes structurales observées dans les trois domaines précédents.

### 1. La morphologie du bassin de Sidi El Hani

Le bassin de Sidi El Hani est un diverticule, vers l'est, de la vaste plaine de Kairouan, pénétrant profondément dans le Sahel plissé et exhaussé. Il est constitué de trois sebkhas communicantes de formes rhombes, ayant une superficie de 350 km<sup>2</sup> et se situant à 33 m d'altitude. On distingue, du NW au SE, la sebkha de Sidi El Hani, orientée N 170, la sebkha de Souassi, orientée N 90, et la sebkha de Dkhila, orientée N 170. Le fond de la sebkha de Sidi El Hani pend légèrement vers l'est et celui de la sebkha de Souassi vers le nord.

### 2. Les données géologiques et structurales

La fracturation relevée dans différents endroits du bassin versant de Sidi El Hani (fig. 3b et c), montre deux directions principales.

La direction N 90 correspond aux limites nord et sud des sebkhas de Sidi El Hani, de Souassi et de Dkhila. La direction N 170 coïncide avec les limites orientales et septentrionales des sebkhas.

Par ailleurs, la croûte calcaire villafranchienne observée en bordure des sebkhas présente des plissottements. Elle est aussi découpée en losanges par des fractures N 00-20 et N 90-110 à jeu de décrochements apparents respectivement dextres et sénestres. On retrouve ce découpage à plus petite échelle au niveau des microstructures de la lame mince.

## 3. Conclusion

L'analyse et l'interprétation des données structurales de la zone de Sidi El Hani, permet de conclure que lors du plissement post-villafranchien, des cuvettes synclinales en forme de couloirs de direction atlasique, ont été créées. Ces structures, héritées du Quaternaire ancien, ont été reprises au Néotyrrhénien, lors des rejeux décrochants distensifs, est-ouest et nord-sud, ce qui a abouti à l'ouverture et l'effondrement des différents bassins en losanges. L'interprétation des profils sismiques montre que les limites rectilignes est-ouest et N 170 des sebkhas sont matérialisées par des failles normales profondes (HALLER P., 1983) qui ont scindé les plis post-villafranchiens, de direction N 45 et est-ouest, et ont compartimenté les sebkhas (fig. 15).

## III. CHRONOLOGIE TECTONIQUE QUATERNAIRE DU SAHEL CENTRAL

### 1. La compression post-villafranchienne et la formation des gouttières synclinales

Une phase de plissement avec un axe de raccourcissement orienté N 130-140 et à laquelle est lié le rejeu des failles anciennes en décrochements est-ouest a replissé la couverture néogène du Sahel (fig. 2) en plis sigmoïdes de direction NE-SW. L'alignement le plus important de ces plis constitue une dorsale sur la plate-forme actuelle (fig. 1). Du nord-est au sud-ouest on distingue les plis de Bodeur, Zéramdine, Sidi Chérif, Souassi, Chorbane et Bouthadi. Dans les grabens néogènes de Mahdia et d'El Jem, l'épaisse série néogène est plissée selon des plis en relais droits qui traduisent des jeux de décrochements compressifs des failles bordières. C'est au niveau des gouttières synclinales en relais que s'individualisent certaines des sebkhas du Sahel.

### 2. La distension tyrrhénienne et le façonnement des sebkhas en bassins losangiques

Après le plissement majeur post-villafranchien, une relaxation intervient dans le Sahel. Elle est caractérisée par une distension dirigée NE-SW, d'âge tyrrhénien. Cette phase synchrone du dépôt de plage de la formation Chebba, ouvre au sein de celle-ci deux réseaux de failles synsédimentaires décrochantes dextres EW et sénestres N 170. Un bel exemple de découpage en bassins losangiques métriques selon ces deux directions s'observe actuellement sur la surface de la formation Chebba au niveau de la plage de Salakta (fig. 13).

Par ailleurs, l'activité sismique historique et actuelle très sensible dans le domaine du Sahel fait penser que ce mouvement est continu.

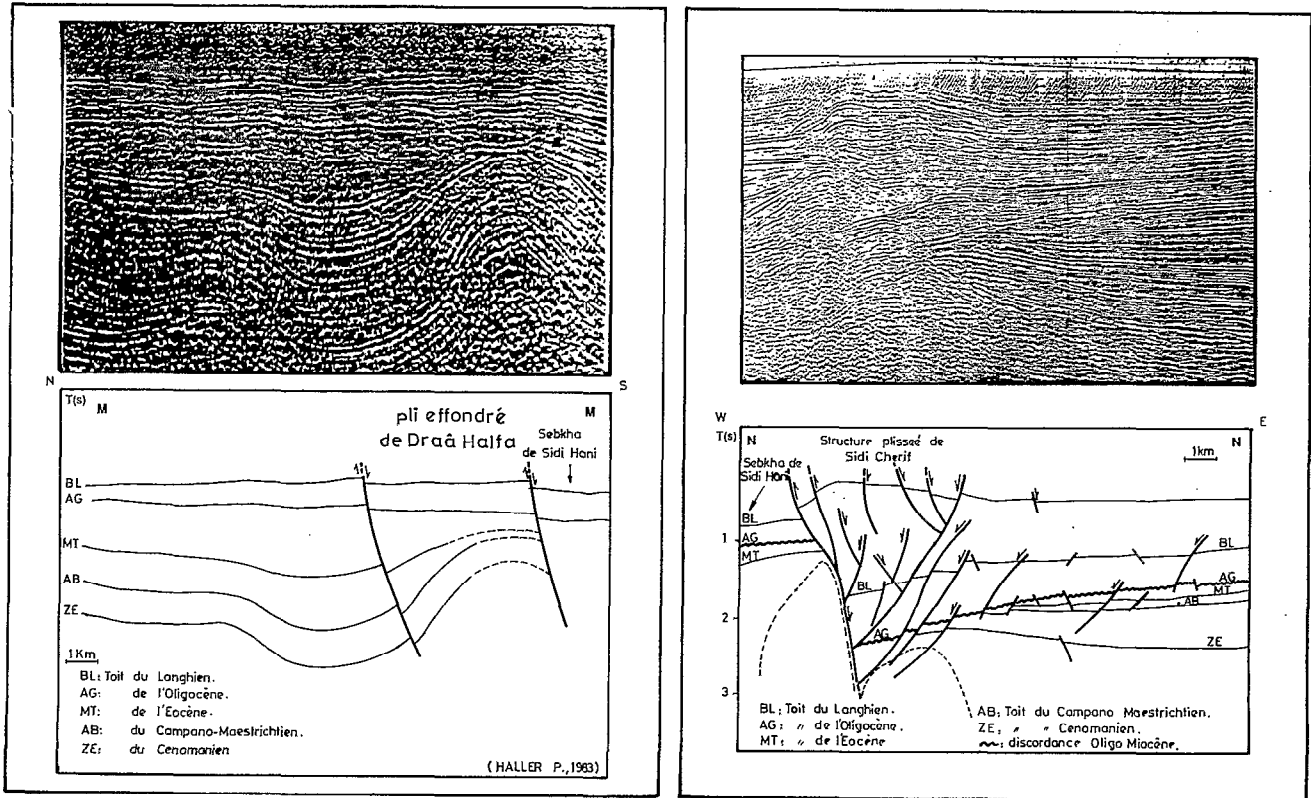


Fig. 15. — Coupes sismiques des sebkhas du bassin de Sidi El Hani (p. HALLER, 1983 et M. BÉDIR, 1988) (coupes MM et NN).

### 3. Évolution des bassins du Sahel en contexte décrochant compressif et distensif

#### 3.1. LE RÉGIME COMPRESSIF DÉCROCHANT ET LA GENÈSE DES DÉPRESSIONS SYNCLINALES

C'est dans le contexte du régime compressif et décrochant lors de la phase de plissement majeur post-villafranchien, que s'ébauchent les bassins sédimentaires quaternaires dans les vastes dépressions synclinales et dans les zones de couloirs tectoniques majeurs des grabens est-ouest et nord-sud du Sahel. Dans les deux cas, les sebkhas s'ébauchent dans les gouttières synclinales des plis en relais droits engendrés par les mouvements des failles décrochantes bordières. Cette phase de compression qui a donné naissance à de nombreuses cuvettes, a par là-même façonné les bassins versants et guidé les réseaux hydrographiques qui alimentent ces cuvettes où se rassemblent les eaux.

#### 3.2. LE RÉGIME DISTENSIF DÉCROCHANT ET LE FAÇONNEMENT DES BASSINS

La distension tyrrhénienne, dirigée NE-SW, reprend le réseau des failles héritées du post-Villafranchien en décrochements distensifs conjugués, respectivement orientés en N 00-20 et N 160-180 sénestres et en N 80-90 dextres. Ces jeux ouvrent et fractionnent les cuvettes synclinales ébauchées au post-Villafranchien, en losanges décakilométriques donnant les sebkhas actuelles du Sahel. En scindant la couverture néogène et quaternaire selon les deux directions majeures décrites, l'ouverture tyrrhénienne permet l'installation des sebkhas sur des dispositifs structuraux hérités de la phase précédente et constitués par les flancs effondrés d'anticlinaux. C'est le cas des sebkhas de Monastir, de Moknine et de Sidi El Hani. La sebkha de Monastir, dont le bassin versant est constitué par la gouttière synclinale de Jemmal, s'est installée, lors de l'ouverture tyrrhénienne, sur une zone effondrée de l'extrémité nord-orientale de la gouttière

synclinale de Jemmal et de l'anticlinal de Monastir qui la limitait au post-Villafranchien par le nord-est. C'est également le cas pour le bassin de Moknine. Celui-ci s'est comporté en dépicentre depuis le Crétacé jusqu'au Quaternaire (fig. 12). Puis lors de la dernière distension, l'ouverture permet l'installation de la sebkha de Moknine. Celle-ci s'étend sur le flanc du pli de Sidi Jaber et sur le synclinal de Moknine. Dans la partie SE du Sahel, la distension tyrrhénienne a également accentué l'ouverture des grabens de Mahdia et d'El Jem. Avec le basculement des blocs vers le NE contre les failles bordières nord, s'installent les sebkhas de Mahdia et d'El Jem sur les couloirs les plus affaissés.

#### IV. CONCLUSION : GENÈSE ET ÉVOLUTION DES APPAREILS SÉDIMENTAIRES RÉCENTS DU SAHEL CENTRAL DE TUNISIE

La période compressive post-villafranchienne plisse la couverture néogène de la plate-forme sahélienne en plis sigmoïdes de direction globale NE-SW sous un

axe de contrainte majeur orienté N 130-140 (BÉDIR M. et ZARGOUNI F., 1986). C'est au niveau des couloirs de gouttières synclinales de ces plis que prennent naissance les sebkhas de Kelbia, Moknine, Monastir, Sidi El Hani, Chérifa et El Guerra. Par contre, les sebkhas de Mahdia et d'El Jem, placées elles aussi sur les flancs de plis d'entraînement des couloirs EW de Mahdia et NS d'El Jem, se situent en outre sur des blocs basculés des grabens néogènes de ces couloirs limités par de profondes failles bordières de décrochements (fig. 1).

Au Tyrrhénien, un épisode d'extension de direction NE-SW, matérialisé par l'effondrement des axes de plis post-villafranchiens, découpe les sebkhas en bassins losangiques décakilométriques à côtés rectilignes. Les bordures encroûtées de ces bassins quadratiques sont limitées par des failles conjuguées de direction N 00-20 à N 160-170 et N 90-110. Ces fractures se disposent en réseaux losangiques qui affectent la croûte calcaire villafranchienne et les sables et grès littoraux tyrrhéniens et indiquent des ouvertures par des jeux de décrochements est-ouest, dextres et nord-sud sénestres. Cette architecture se retrouve à l'échelle de la lame mince où des chenaux d'encroû-

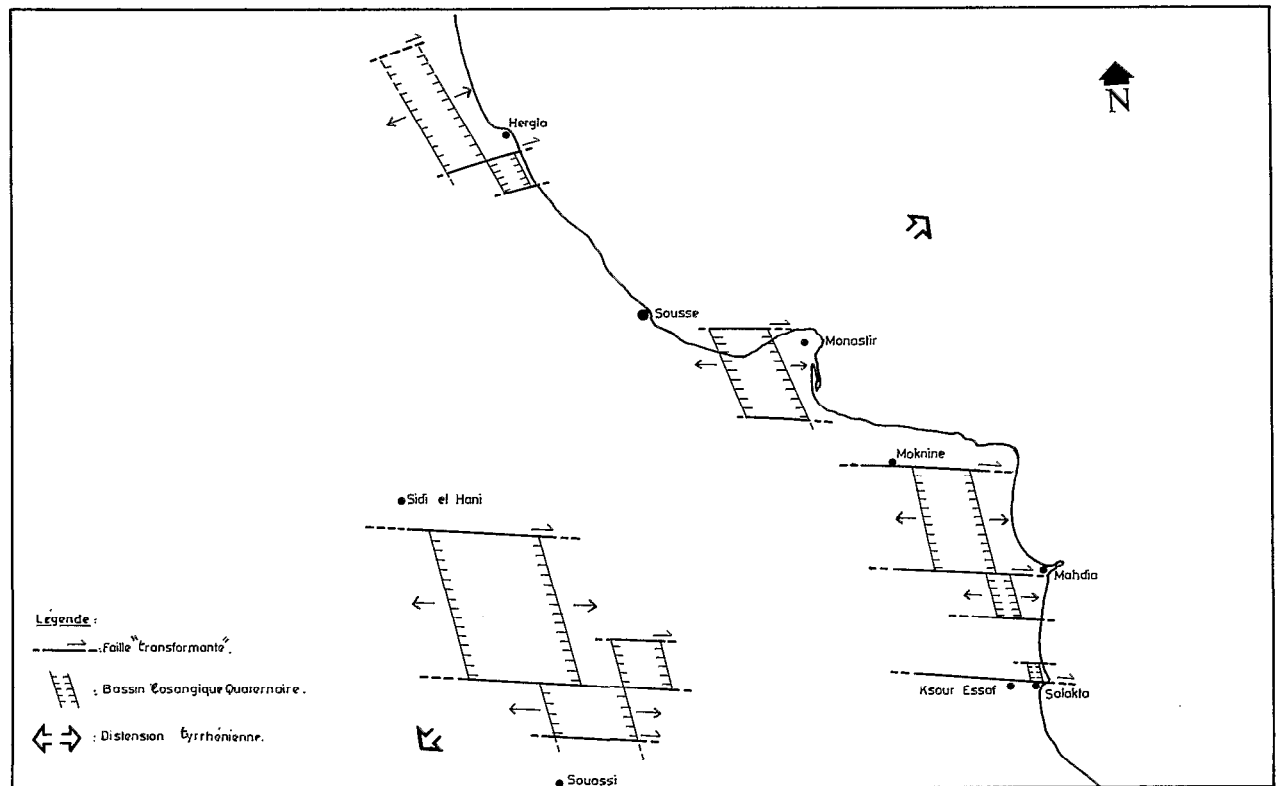


Fig. 16. — Modèle géodynamique proposé de la genèse des bassins quaternaires du Sahel central de Tunisie : ouverture losangique sur failles transformantes E-W.



tements sont découpés par des fractures ouvertes dessinant un réseau losangique.

Le réseau hydrographique des bassins versants des sebkhas du Sahel suit de façon bien réglée la trace des gouttières synclinales et celle des failles est-ouest et nord-sud. Des déviations de cours d'eau à angle droit apparaissent aux niveaux des coins d'interférence des deux réseaux d'accidents.

Dans les zones de nœuds tectoniques, où interfèrent les couloirs de décrochement est-ouest et nord-sud, se forment des sebkhas de type complexe à fractionnements multiples où le réseau hydrographique est perturbé.

Les séismes historiques et récents, dont les épencentres se placent précisément au niveau des failles est-ouest et nord-sud, sont une preuve de la permanence de l'activité tectonique du Tyrrhénien jusqu'à l'Actuel.

Ainsi, la formation et l'évolution géodynamique des bassins sédimentaires récents du Sahel de Tunisie sont la conséquence de la superposition d'une tectonique compressive post-villafranchienne et d'une distension tyrrhénienne (MARTINEZ Cl. et PASKOFF R., 1984). Celle-ci a créé des bassins de type losangique en relais, liés aux rejeux d'accidents anciens et profonds « transformants », est-ouest, se répercutant en surface (fig. 16). Ce modèle géodynamique quaternaire permet de saisir la complexité des phénomènes géologiques anciens et leur continuité à l'Actuel.

Situé à la limite de la plate-forme sahélienne et de la marge continentale du « Bloc Pélagien », ce domaine est une zone dans laquelle l'influence des ouvertures du détroit siculo-tunisien et de la mer pélagienne (PHILIP H., 1987) est manifeste.

*Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 26 avril 1989*

## BIBLIOGRAPHIE

- AMARI (A.), 1984. — Contribution à la connaissance hydrologique et sédimentologique de la plate-forme des Kerkennah. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Tunis.
- AMARI (A.), 1986. — Les oscillations du niveau marin durant le Quaternaire sur le littoral de Sfax (Tunisie). *Rev. Cent. Sc. Terre, Inst. Nat. Rech. Sc. et Tech. Tunis*, Vol. 4 : 71-78.
- BÉDIR (M.) et ZARGOUNI (F.), 1986. — Structuration post-miocène du Sahel de Mahdia. Analyse géométrique et cinématique des données de sub-surface. *Rev. Cent. Sc. Terre, Inst. Nat. Rech. Sc. et Tech. Tunis*, Vol. 4 : 71-78.
- BÉDIR (M.), 1988. — Géodynamique des bassins sédimentaires du Sahel de Mahdia (Tunisie orientale), de l'Aptien à l'Actuel. Sismo-stratigraphie, sismo-tectonique et structurale. Répercussions pétrolières, hydrologiques et sismiques. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Tunis, 242 p.
- BESEME (P.) et KAMOUN (Y.), 1987. — Les dépôts marins accompagnant l'épisode messinien pré-évaporitique (Formation Béni Khiair) à Ksour Essaf (Sahel de Tunisie). 8<sup>e</sup> Cong. Int. Sed., I.A.S., Tunis, 94.
- BISMUTH (H.), 1984. — Les unités lithostratigraphiques du Miocène en Tunisie orientale. Journées sur les nomenclatures et classifications stratigraphiques en Tunisie, Soc. Sci. Terre Tunis, 19-20 janv. 1984.
- BLANPIED (Ch.), 1978. — Structure et sédimentation superficielle en mer pélagienne (côte orientale de la Tunisie). Thèse 3<sup>e</sup> Cycle. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 119 p.
- BUROLLET (P.F.), 1948. — Problèmes géologiques du Sahel. Rapport de fin de mission (S.E.R.E.P.T.), Tunis.
- BUROLLET (P.F.), 1981. — Signification géologique de l'axe Nord-Sud. Actes du 1<sup>er</sup> Cong. Nat. Sci. Terre, Tunis, 315-319.
- CASTANY (G.), 1951. — Carte géologique de la Tunisie au 1/500 000. Serv. Géol. Tunisie.
- HALLER (P.), 1983. — Structure profonde du Sahel tunisien interprétation géodynamique. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle. Fac. Sc. et Tech. de l'Université de Franche-Comté.
- KAMOUN (Y.), 1980. — Étude néotectonique dans la région de Monastir-Mahdia (Tunisie orientale). Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Univ. Paris XI, Orsay.
- KAMOUN (Y.), SOREL (D.), VIGUIER (C.) et BEN AYED (N.), 1981. — Un grand accident subméridien d'âge post-tyrrhénien en Tunisie orientale : le décrochement sénestre de Skanès-Monastir-Hammamet. C.R. Acad. Sci., Paris, 2.
- MARTINEZ (Cl.) et PASKOFF (R.), 1984. — Indices de distension pendant le Quaternaire récent en Tunisie : leur signification dans un régime de compression généralisée. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. XIV, n° 2, Paris : 153-161.
- PASKOFF (R.) et SANLAVILLE (P.), 1976. — Sur le quaternaire marin de la région de Mahdia, Sahel de Sousse, Tunisie. C.R. Acad. Sci., Paris, t. 283, série D 1715.
- PASKOFF (R.) et SANLAVILLE (P.), 1981. — Tyrrhenian deposits and neotectonics at Monastir, Tunisia. *Z. Geomorph.*, N.F. suppl. BD. 10 : 183-192. Berlin-Stuttgart.
- PASKOFF (R.) et SANLAVILLE (P.), 1983. — Les côtes de la Tunisie. Variations du niveau marin depuis le tyrrhénien. *Méditerranée*, n° 14, sér. Géol. et Préhis. 2.
- PHILIP (H.), 1987. — Plio-quaternary evolution of the stress field in Mediterranean zones of subduction and collision. *Ann. Geophysicae*, 87/03 B, 301 19 \$ 3. 90.
- POMEL (A.), 1984. — Géologie de la côte orientale de la Tunisie et de la petite Syrte. *Bull. Ec. sup. Sciences, Alger*, 1<sup>er</sup> fasc., 105 p.
- ZEBIDI (H.) et EL BATTI (Dj.), 1981. — Recharge artificielle de la nappe de Téboulba-Tunisie. *Rev. Ressources en Eau de Tunisie*, n° 6 : 37-52.