

INDICES DE DISTENSION PENDANT LE QUATERNAIRE RÉCENT EN TUNISIE :

LEUR SIGNIFICATION DANS UN RÉGIME DE COMPRESSION GÉNÉRALISÉE

Claude MARTINEZ (1), Roland PASKOFF (2)

(1) ORSTOM, Paris-France, ONM, Tunis

(2) Université de Tunis, Tunisie

RÉSUMÉ

Pendant et après le Tyrrhénien, la côte de Tunisie est soumise à un régime de compression généralisée proche de N.-S. Dans la région de Bizerte, la déformation présente des plis et des failles inverses tandis que, dans les environs de Monastir, elle est décrochante-distensive.

MOTS-CLÉS : Néotectonique — Compression — Faille décrochante-distensive — Tyrrhénien — Würm — Tunisie — Bizerte — Monastir.

ABSTRACT

STRAIN INDEXES DURING THE RECENT QUATERNARY :
THEIR SIGNIFICANCE IN A GENERAL COMPRESSION PHASE

During and after the Tyrrhenian, the Tunisian coast is subjected to a general compression phase trending North-South. In the region of Bizerte, the deformation is characterized by folds and reverse faults, while, in the surroundings of Monastir, it is characterized by strike-slip and overthrust faults.

KEY WORDS : Neotectonics — Compression — Strike-slip-overthrust fault — Tyrrhenian — Würm — Tunisia — Bizerte — Monastir.

INTRODUCTION

Sur la côte tunisienne (fig. 1), des formations marines littorales, datées du Pléistocène supérieur (PASKOFF et SANLAVILLE, 1980, 1982, 1983) ont subi des déformations typiques de compression (plis, failles inverses et décrochements) qui indiquent une direction de raccourcissement Z proche de NNW-SSE (BEN AYED *et al.*, 1979, KAMOUN *et al.*, 1980; VIGUIER *et al.*, 1980; KAMOUN, 1981). Cette phase de compression succède, d'après les auteurs (CASTANY, 1962; PASKOFF et SANLAVILLE, 1980; VIGUIER *et al.*, 1980) à un épisode de distension pendant le Quaternaire moyen qui aurait interrompu une phase de compression du Quaternaire ancien, responsable de plissements postérieurs au Villafranchien (COQUE, 1962; JAUZEIN, 1967; BUROLLET, 1971).

De fait, pendant tout le Quaternaire, jusqu'à

l'Actuel, la permanence d'un régime de compression doit être admise en Afrique du Nord car le « rapprochement à peu près N-S des plaques africaine et européenne s'effectue depuis le début de la phase de compression quaternaire avec les caractéristiques d'une tectonique de collision continent contre continent » (BOUSQUET *et al.*, 1977). Dans ce contexte, des phénomènes distensifs, pendant le Quaternaire moyen et récent, tels ceux observés au Maroc oriental où ils sont liés à un volcanisme alcalin, « peuvent être interprétés comme un ralentissement du phénomène de collision » (BOUSQUET *et al.*, *op. cit.*). Cette explication peut aussi être envisagée pour rendre compte de l'épisode distensif du Quaternaire moyen de Tunisie; elle n'exclut pas le fait que déformation en compression et déformation en distension coexistent, comme cela semble être le cas pour la déformation la plus récente observée dans ce pays.

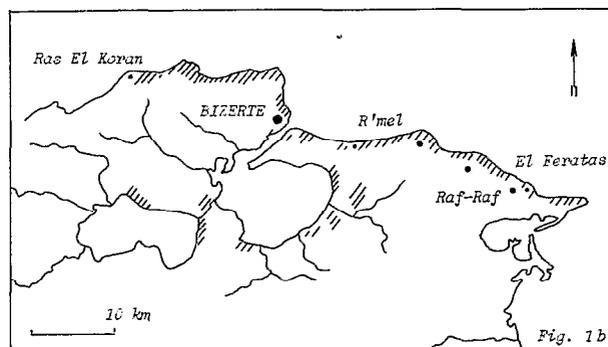
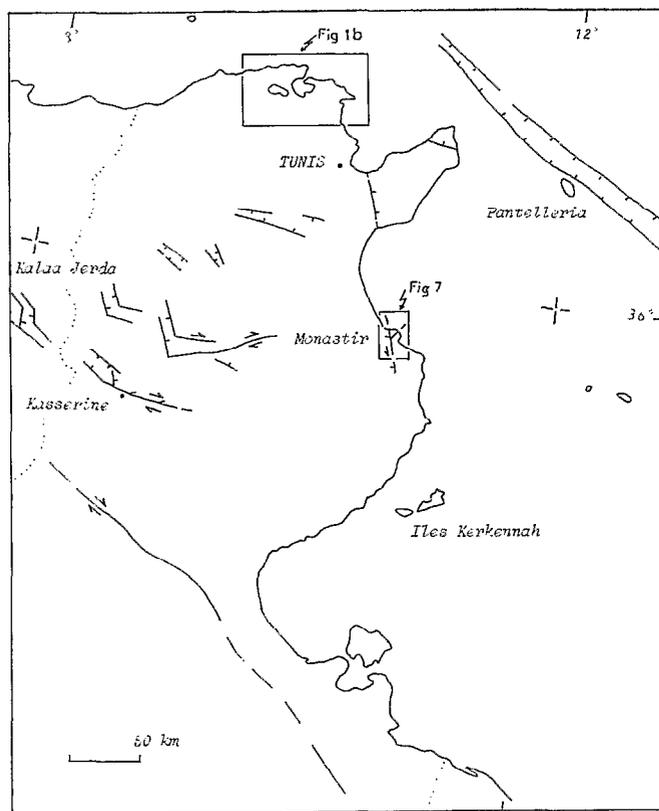


FIG. 1. — Localisation des affleurements des dépôts marins et éoliens du Pléistocène supérieur de Tunisie septentrionale (fig. 1 b) et orientale (fig. 7) qui présentent des déformations néotectoniques (fig. 1 b d'après R. PASKOFF et P. SANLAVILLE, 1983)

LES DÉFORMATIONS DU QUATERNAIRE RÉCENT

Depuis le Tyrrhénien jusqu'à la période actuelle, soit pendant les derniers 120 000 ans, la permanence de la compression est mise en évidence par :

- l'existence de mouvements subactuels en continuité avec les événements en compression d'âge tyrrhénien (une faille inverse E-W affecte des alluvions récentes en bordure du fossé de Kalaa Jerda (BEN AYED, 1980) et un rejeu du décrochement de Skanès-Khmiss, près de Monastir, décale une mosaïque romaine du II^e siècle après J.-C. (KAMOUN *et al.*, 1980) ;
- des mesures de contraintes *in situ* réalisées par SCHÄFER (1980) en Libye septentrionale ;
- des études de mécanismes au foyer d'un séisme récent survenu en Tunisie septentrionale (GIRARDIN *et al.*, 1977).

Cependant, l'observation de déformations distensives en quelques points de la côte tunisienne témoigne de variations dans le champ de contraintes pendant cette période. On citera ici des exemples pris en Tunisie septentrionale et orientale.

Dans le nord-est de la Tunisie, à l'ouest de Bizerte,

au pied nord-est de la vigie de Ras-el-Koran, une formation néotyrrhénienne (formation Chebba, environ 80 000 ans B.P.) est transgressive sur le Trias et sur une formation eutyrrhénienne (formation Rejiche). Cette transgression néotyrrhénienne est guidée par des escarpements que fossilisent des sables limoneux rouge vif (formation Aïn Oktor) et une éolianite coquillière appartenant à la formation cap Blanc, d'âge würmien (PASKOFF et SANLAVILLE, 1983) (fig. 2, photo 1).

Sur les coupes révélées par les falaises, de part et d'autre d'un petit promontoire, la formation Rejiche, son membre marin et le grès dunaire qui le surmonte, ainsi que le substratum triasique sont affectés par plusieurs failles, de direction E-W, de rejet décimétrique à métrique (fig. 3, photo 2). Il s'agit manifestement de failles directes, même si certaines d'entre elles sont postérieurement déformées en failles inverses vers le sud. Un mouvement en distension précède donc, ici, une déformation en compression postérieure aux dépôts eutyrrhénien ; cette distension se manifeste avant la mise en place des sables rouges de la formation Aïn Oktor et de l'éolianite de la formation cap Blanc. Il est possible qu'elle précède aussi la transgression Chebba et on peut lui attribuer les escarpements contre lesquels sont plaqués les

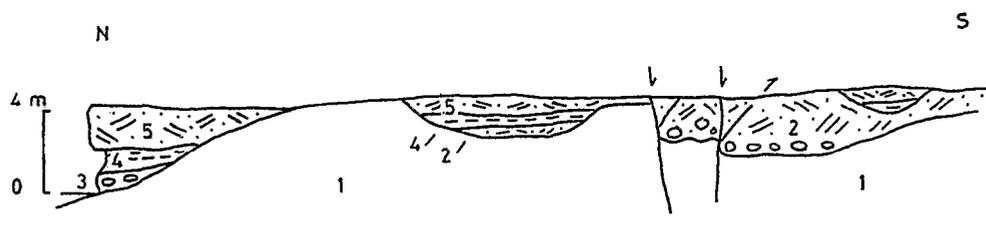


FIG. 2. — Coupe au pied de la vigie de Ras el Koran, à l'ouest de Bizerte (d'après R. PASKOFF et P. SANLAVILLE, modifié). 1 : Trias ; 2 : Eutyrrhénien (formation Rejiche) ; 3 : Néotyrrhénien (formation Chebba) ; 4 et 5 : Würmien (formation Aïn Oktor et cap Blanc)

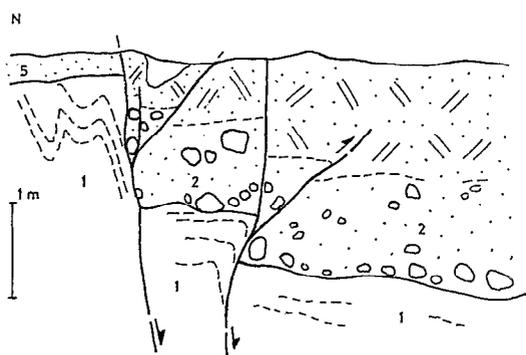


Fig. 3a

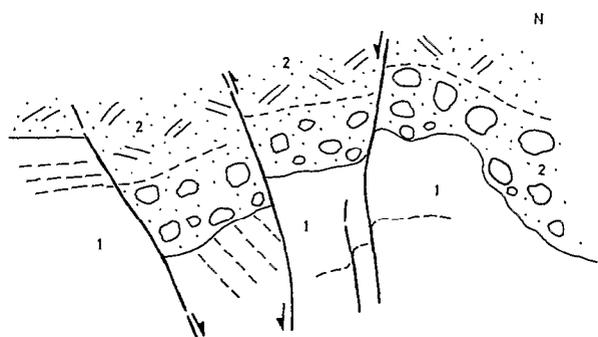


Fig. 3b

FIG. 3. — Détail des failles E-W qui affectent la formation Rejiche (eutyrrhénienne) et son substratum triasique, au pied de la vigie de Ras el Koran (même légende que figure précédente). Fig. 3 a : Vue de la falaise occidentale du promontoire ; fig. 3 b : Vue de la falaise orientale

dépôts de plage de cette dernière, bien qu'ils aient été remodelés par l'érosion marine.

Dans cette partie de la Tunisie septentrionale, la réalité d'une tectonique en compression ne peut être mise en doute. Elle a été étudiée par PIMENTA (1959), puis par BEN AYED *et al.* (1979) sur le site du R'mel, à l'est de Bizerte. La présence de failles distensives, même d'ampleur limitée, telles celles qui viennent d'être signalées à l'ouest de Bizerte, pose le problème de leur place dans la séquence des événements et dans le régime de contraintes, compte tenu d'une compression horizontale proche de la direction NNW-SSE.

L'hypothèse, qui nous paraît la plus vraisemblable, est d'associer le système de failles normales de Ras-el-Koran à un pli de grand rayon de courbure, de direction E-W, qui aurait déformé la plage eutyrrhénienne. Les failles normales résulteraient d'une distension locale, limitée à l'extrados d'un vaste anticlinal. Dans cette hypothèse, le continuum de déformation pendant le Tyrrhénien se marquerait d'abord par un plissement proche de la direction E-W, puis par des failles inverses dont le mouvement est ici dirigé vers le SSE.

A l'appui de cette interprétation, le *pli du R'mel*, à l'est de Bizerte (fig. 4), qui déforme la plage eutyrrhénienne (formation Rejiche) avant la transgression néotyrrhénienne (formation Chebba), est une structure d'ampleur décamétrique, analysée par BEN AYED *et al.* (1979).

Dans ce pli, les diaclases de direction N 090 qui affectent des grès pliocènes à l'apex du pli, sont plus

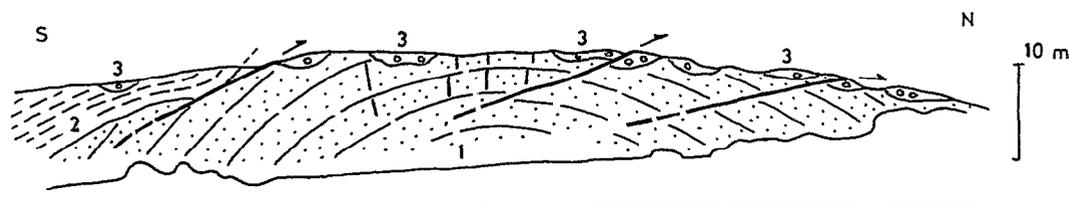


FIG. 4. — Coupe de l'anticlinal du R'mel, à l'est de Bizerte (d'après R. PASKOFF et P. SANLAVILLE, modifié). 1 : grès pliocènes ; 2 : formation Rejiche ; 3 : formation Chebba

à lier à une tectonique tyrrhénienne E-W qu'au plissement antérieur, de direction N 060, à l'origine de la déformation anticlinale des couches pliocènes. Ces diaclases auraient ainsi la même signification, à une échelle plus réduite, que les failles normales de la vigie de Ras-el-Koran.

Des failles inverses tardives, post-néotyrrhéniennes puisqu'elles affectent la formation Chebba, indiquent ici, par leurs plans striés, une direction de raccourcissement autour de N 145 (fig. 6, photo 3).

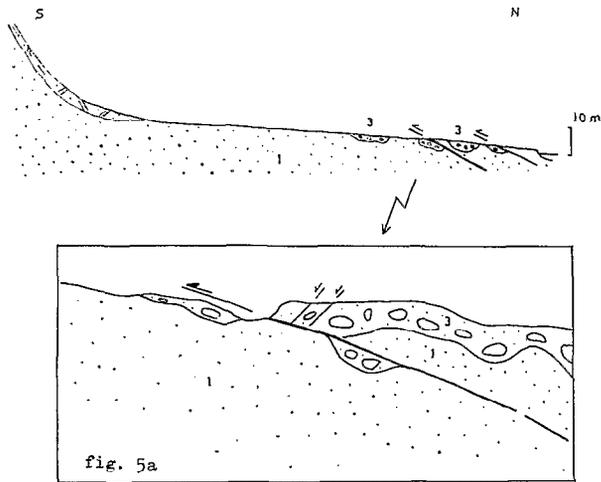


FIG. 5. — Coupe à travers la rasa d'el Feratas (fig. 5 a : détail) (d'après R. PASKOFF et P. SANLAVILLE, modifié) (même légende que figure précédente)

Cette fracturation post-néotyrrhénienne semble exister aussi sur le site d'el Feratas, près du village de Sounine, à l'ouest de Raf Raf. Ce site, signalé par GIGOUR (1957), puis étudié par OUESLATI (1977), a permis à PASKOFF et SANLAVILLE (1983) d'observer une faille inverse, inclinée de 15 à 20° vers le nord. De tracé sinueux variant de N 090 à N 140, et de portée métrique, cette faille présente des stries compatibles avec une direction de mouvements N-S (fig. 6). Elle affecte, à la fois, des grès pliocènes et des dépôts conglomératiques à Strombes qui appartiennent probablement à la formation Chebba (photo 4).

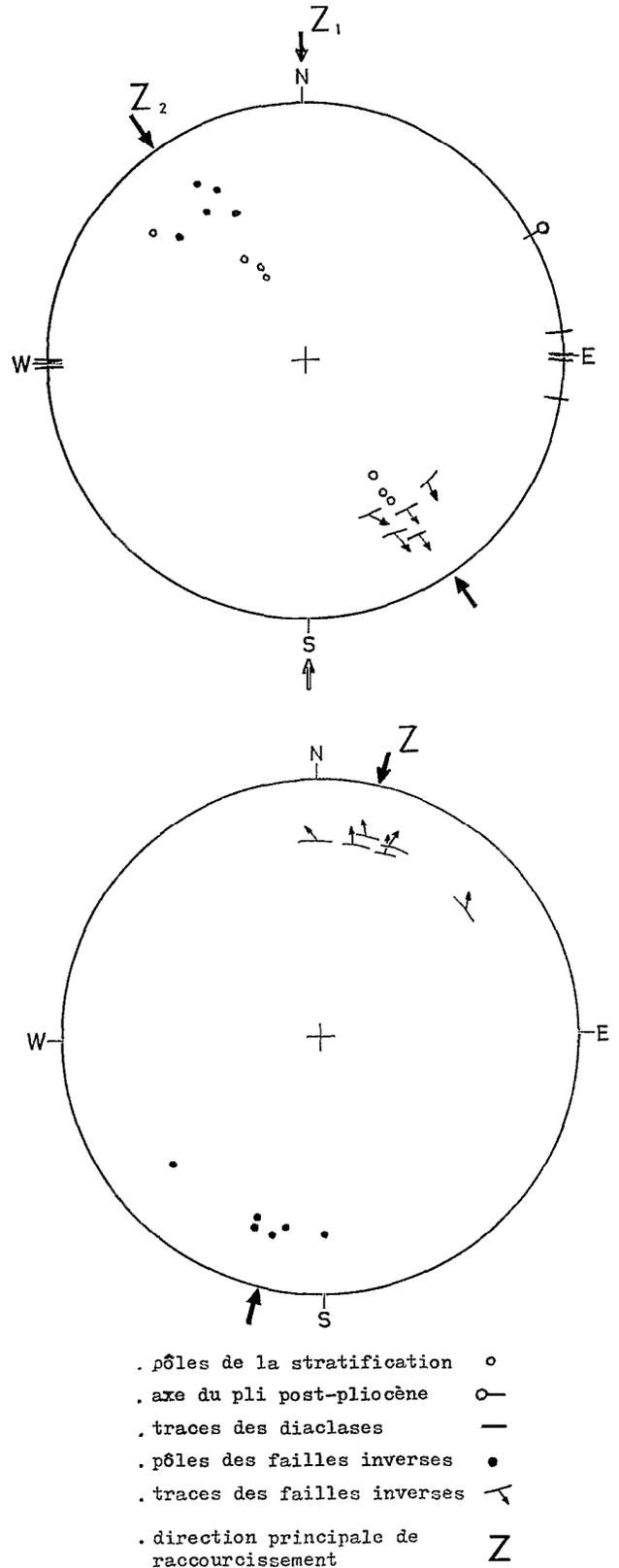


FIG. 6. — Diagrammes donnant la direction de raccourcissement sur les sites du R'mel (en haut) et d'el Feratas (en bas) (projection sur l'hémisphère inférieur). Z₁, direction post-eutyrrhénienne, Z₂, direction post-néotyrrhénienne

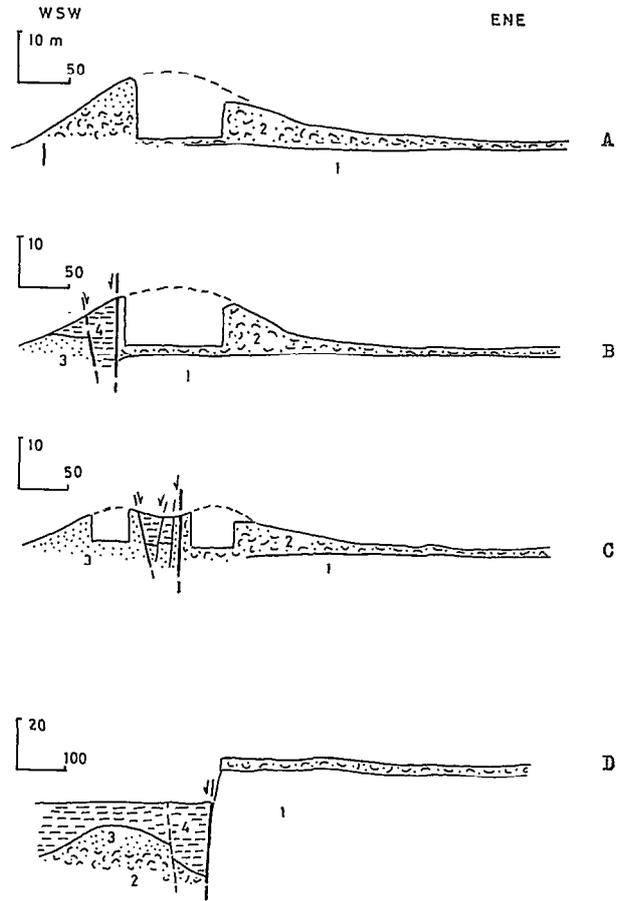
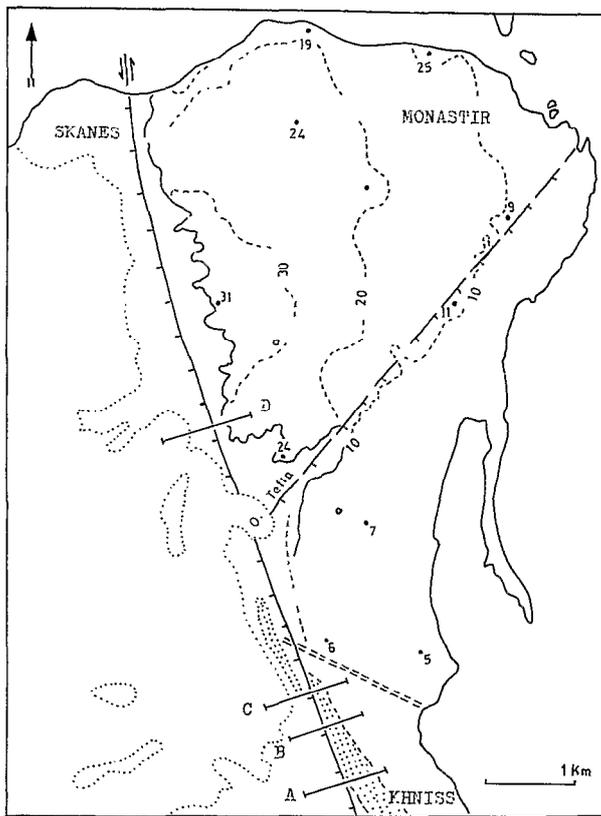


FIG. 7. — Schéma et coupes de la faille de Skanès-Khniss, près de Monastir (d'après R. PASKOFF et P. SANLAVILLE, modifié).
 1 : substratum mioène ; 2 : dépôts marins eutyrrhéniens (formation Rejiche) ; 3 : membre éolien de la formation Rejiche ; 4 : limons rouges würmiens

Dans ce secteur, l'éolianite würmienne de la formation cap Blanc est découpée par un réseau de fentes de tension d'orientation méridienne.

Ainsi, en Tunisie nord-orientale, un régime de compression se maintient tout le Tyrrhénien et jusqu'au Würmien inclus avec une contrainte mineure σ^3 subverticale et une compression horizontale majeure σ^1 proche de la direction N-S (à NW-SE), impliquant pour cette région un raccourcissement horizontal et un allongement vertical, même si, localement et à petite échelle, c'est l'inverse qui s'observe (σ^1 vertical et σ^3 horizontal) sous la forme de petites failles distensives.

En Tunisie orientale, dans la région de Monastir, la faille de Skanès-Khniss, orientée NNW-SSE, est un décrochement sénestre auquel KAMOUN *et al.* (1980) SOREL et KAMOUN (1980) et KAMOUN (1981) attribuent un déplacement horizontal apparent de 500 m.

Cet accident avait été auparavant (PASKOFF et SANLAVILLE, 1979) interprété comme une faille à mouvement vertical de quelques dizaines de mètres de rejet (30 m dans sa partie centrale), responsable de la surrection de la plate-forme de Monastir, à l'est, et de l'affaissement de la sebkha de Sahline, à l'ouest (fig. 7).

Dans la première interprétation, la déformation post-tyrrhénienne est entièrement attribuée à une tectonique en compression, de direction voisine de NW-SE, alors que, dans la deuxième hypothèse, c'est une extension qui est invoquée.

Nos observations le long de la faille de Skanès et, plus particulièrement, à la hauteur de la grande carrière de Khniss, nous ont permis de noter la superposition, sur le plan de faille principal, de stries verticales à des stries horizontales. Ces dernières sont bien visibles sur les miroirs des failles lorsqu'ils tranchent les dépôts marins eutyrrhéniens de la

formation Rejiche. Dans cette formation, aux abords de l'accident, un réseau serré de microfractures de direction N 070 et N 150 à N 160, constitue un système de failles normales (photo 5) qui indique un allongement suivant une direction voisine de NE-SW (fig. 8).

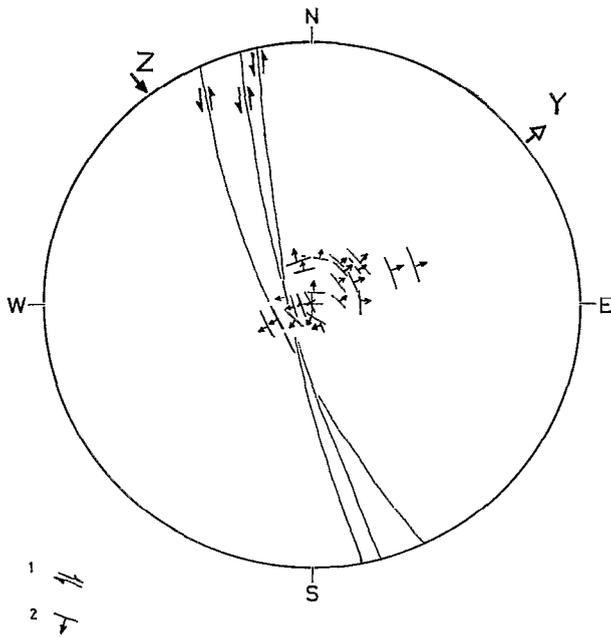


FIG. 8. — Diagramme donnant les directions d'allongement (Y) et de raccourcissement (Z) horizontaux, sur le site de Monastir. 1 : décrochement sénestre ; 2 : failles normales

De la même façon, les limons rouges à Hélicidés, d'âge würmien (PASKOFF et SANLAVILLE, 1983), normalement sus-jacents à la formation Rejiche, sont abaissés par un mouvement vertical de la faille. Conservés dans un graben à l'ouest de l'accident majeur, ils présentent aussi quelques petites fractures de direction voisine de N 150, à rejet d'apparence normal (fig. 8). Sur ces microfractures, nous avons observé des stries verticales et, plus rarement, de fines stries horizontales.

Enfin, la faille ou flexure de l'oued Tefla, identifiée par CASTANY *et al.* (1956), accidente le plateau de Monastir selon une direction NE-SW, en soulevant le compartiment nord-occidental. Son rejet est assez fort dans sa partie occidentale (jusqu'à 15 m), mais il s'amortit très vite vers l'est. Du fait de l'érosion, cet accident ne peut être directement observé et son mouvement précisé ; une composante verticale est néanmoins indéniable avec un rebroussement local des couches sur la lèvre sud (15° SE, KAMOUN, 1981), mais une composante horizontale ne saurait être exclue.

De cet ensemble de données montrant l'association

de failles normales au décrochement sénestre, même dans ses manifestations post-würmiennes, nous concluons que le décrochement de Skanès — Khniss s'apparente plus à une déformation décrochante-distensive qu'à un décrochement en compression. Nous en déduisons que, dans cette partie de la Tunisie, la contrainte régionale majeure de raccourcissement σ_1 devient sub-verticale et qu'elle est remplacée horizontalement, dans une direction proche du NW-SE, par une contrainte compressive σ_2 telle que $\sigma_2 \leq \sigma_1$; la contrainte minimale σ_3 devient horizontale, d'où une extension proche de NE-SW.

Par ce type de déformation qui implique que l'allongement horizontal soit accompagné d'un raccourcissement lui aussi horizontal, il semble possible de caractériser, depuis le Tyrrhénien jusqu'à l'Actuel, non seulement la côte de la Tunisie orientale mais aussi le domaine de la plate-forme pélagienne jusqu'aux fossés de Pantelleria et de Linosa, en incluant les îles Kerkennah. Dans ce domaine, un réseau de fractures récentes ou réactivées récemment, dont l'orientation générale est N-S, et aussi NW-SE à EW, a été considéré par des auteurs (WINNOCK, 1979 ; WINNOCK et BEA, 1979 ; BELLAICHE et BLANPIED, 1979 ; DELTEIL, 1982) comme essentiellement dû à une tectonique en distension.

Si un certain nombre de ces accidents a, probablement, joué récemment en faille normale, créant ainsi des fossés, les mouvements coulissants ne sont sûrement pas absents et c'est à un décrochement sénestre NE-SW que WINNOCK (1979) pense pouvoir attribuer une faille transverse très récente qui « sépare la partie occidentale (Pantelleria) du chenal de Sicile, de la partie orientale (Malte-Linosa) ».

En Tunisie centrale continentale, la présence de grabens quaternaires est partiellement liée à des mouvements décrochants-distensifs. Les mouvements les plus récents observés dans le fossé de Kasserine nous ont montré, effectivement, l'association de failles normales subméridiennes à un décrochement normal-dextre de la faille de Kasserine.

CONCLUSION

Dans une tentative de zonation tectonique suivant les notions introduites par BOUSQUET et PHILIP (1981) et par PHILIP (1983), et pour permettre des comparaisons avec les événements antérieurs, nous pensons que, en ce qui concerne les déformations tectoniques très récentes (du Quaternaire moyen à l'Actuel), la Tunisie montre le passage d'un secteur, septentrional, soumis à un régime de compression avec plis et failles inverses (type A de la nomenclature de PHILIP) à une région où la déformation est décrochante-distensive (type E) sans changement significatif de la direction générale du raccourcissement horizontal.



PHOTO 1. — Vue d'ensemble, prise vers l'est, du promontoire situé au pied nord-est de la vigie de Ras el Koran (voir fig. 2).
(Cliché R. P.)



PHOTO 2. — Détail des failles de la falaise occidentale du promontoire de Ras el Koran. (Cliché C. M.)



PHOTO 3. — Faille inverse du flanc nord de l'anticlinal du R'mel, à l'est de Bizerte ; vue prise vers l'est. (Cliché R. P.)

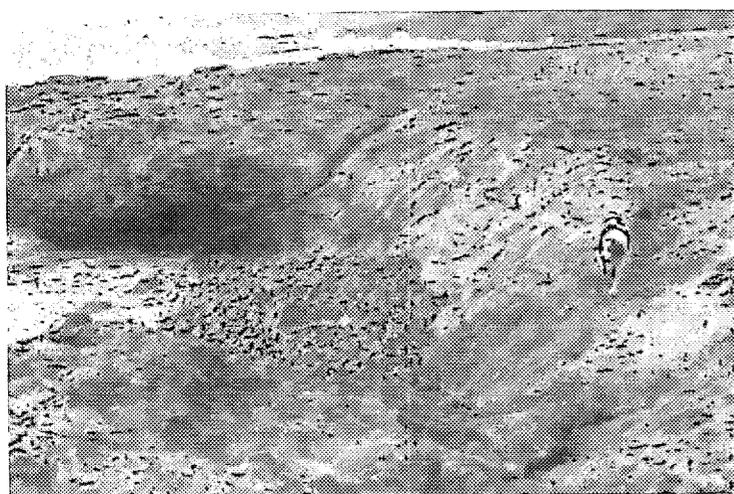


PHOTO 4. — Faille inverse vers le sud du site d'el Feratas, près de Sounine. (Cliché C. M.)

PHOTO 5. — Détail de la faille de Skanès-Khniss faisant apparaître, à gauche, les limons würmiens et, à droite, le membre marin de la formation Rejiche (eutyrrhénienne) dans lequel de nombreuses failles normales, de rejet centimétrique, sont visibles. (Cliché C. M.)



BIBLIOGRAPHIE

- BELLAÏCHE (G.) et BLANPIED (C.), 1979. — Aperçu néotectonique. *In*: La mer Pélagienne. Géologie méditerranéenne. *Ann. Univ. de Provence*, VI, n° 1 : 35-40.
- BEN AYED (N.), 1980. — Les déformations néotectoniques en Tunisie. 7^e Journée Association des Géographes Tunisiens. 26-27 décembre 1980, Tunis.
- BEN AYED (N.), BOBIER (C.), PASKOFF (R.), OUESLATI (A.), VIGUIER (C.), 1979. — Sur la tectonique récente de la plage du R'mel, à l'Est de Bizerte (Tunisie nord-orientale) Géologie méditerranéenne. *Ann. Univ. de Provence*, VI, n° 4 : 423-426.
- BOUSQUET (J.-C.) et Groupe de recherche néotectonique de l'Arc de Gibraltar, 1977. — Conclusions générales. Signification géodynamique des phénomènes observés. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7^e série, XIX, n° 3 : 605-614.
- BOUSQUET (J.-C.) et PHILIP (H.), 1981. — Les caractéristiques de la Néotectonique en Méditerranée occidentale. *In*: Sedimentary basin of Mediterranean margin : 389-405, C. Wezel Editor, Tectoprint, Bologna.
- BUROLLET (P. F.), 1971. — La Tunisie. *In*: Tectonique de l'Afrique. UNESCO : 91-100.
- CASTANY (G.), GOBERT (E. G.), HARSON (L.), 1956. — Le Quaternaire marin de Monastir. *Ann. Mines Géol.*, n° 19, 58 p., Tunis.
- CASTANY (G.), 1962. — Le Tyrrhénien de la Tunisie. *Quaternaria*, t. 6 : 229-269.
- COQUE (R.), 1962. — La Tunisie présaharienne, étude géomorphologique. A. Colin, 488 p.
- DELTEIL (J.), 1982. — Le cadre néotectonique de la sédimentation plio-quadernaire en Tunisie centrale et aux îles Kerkennah. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, XXIV, n° 2 : 187-193.
- GIGOUT (M.), 1957. — L'Ouljien dans le cadre du Tyrrhénien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 8, VII : 385-400.
- GIRARDIN (N.), HATZFELD (D.) et GUIRAUD (R.), 1977. — La séismicité du Nord de l'Algérie. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 2 : 95-100.
- JAUZEIN (A.), 1967. — Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne (Tunisie septentrionale). *Ann. Mines Géol.*, n° 22, 475 p., Tunis.
- KAMOUN (Y.), 1981. — Étude néotectonique dans la région de Monastir-Mahdia (Tunisie orientale). Thèse doctorat 3^e cycle. Univ. Paris XI, Orsay.
- KAMOUN (Y.), SOREL (D.), VIGUIER (C.), BEN AYED (N.), 1980. — Un grand accident subméridien d'âge post-tyrrhénien en Tunisie orientale : le décrochement sénestre de Skanès (Monastir). *C.R. Ac. Sc.*, 290 : 647-649.
- OUESLATI (A.), 1977. — Levé et commentaire de la carte géomorphologique de Metline au 1/50 000, Mémoire C.A.R. Géogr., Univ. Tunis, 86 p.
- PASKOFF (R.), SANLAVILLE (P.), 1979. — Livret-guide de l'excursion-table ronde sur le Tyrrhénien de Tunisie, INQUA, Commission des lignes de rivage. Sous-commission Méditerranée-mer Noire, 51 p.
- PASKOFF (R.), SANLAVILLE (P.), 1980. — Le Tyrrhénien de la Tunisie : essai de stratigraphie. *C.R. Ac. Sc.*, D, 290 : 393-396.
- PASKOFF (R.), SANLAVILLE (P.), 1982. — Sur les dépôts tyrrhénien et würmiens des littoraux de la Méditerranée occidentale. *C.R. Ac. Sc.*, D, 294, II : 737-740.
- PASKOFF (R.), SANLAVILLE (P.), 1983. — Les côtes de la Tunisie. Variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien. Maison de l'Orient Méditerranéen. N° 14, sér. *Géogr. Préhist.*, 2, 192 p., Lyon, et CNRS.
- PHILIP (H.), 1983. — La tectonique actuelle et récente dans le domaine méditerranéen et ses bordures, ses relations avec la séismicité. Thèse Doctorat, USTL, Montpellier.
- PIMENTA (J.), 1959. — Le cycle Pliocène-Actuel dans les bassins paraliqes de Tunisie. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, nouv. sér. XXXVIII, fasc. I, mém. 85, 176 p.
- SCHÄFER (K.), 1980. — *In situ* strain measurements in Libya. *Rock mechanics*, suppl. 9 : 49-61.
- SOREL (D.), KAMOUN (Y.), 1980. — Sur la stratigraphie des dépôts quadernaires marins de la région de Monastir, Tunisie orientale. *C.R. Ac. Sc.*, 291 : 1019-1022.
- VIGUIER (C.), BEN AYED (N.), BOBIER (C.), 1980. — Précisions sur les phases de la tectonique récente en Tunisie nord-orientale. *Bull. Soc. Sc. nat.*, Tunisie, 15 : 63-68.
- WINNOCK (E.) et BEA (F.), 1979. — Structure de la mer Pélagienne. *In*: La mer Pélagienne. Géologie méditerranéenne. *Ann. Univ. de Provence*, VI, n° 1 : 35-40.
- WINNOCK (E.), 1979. — Les fosses du chenal de Sicile. *In*: La mer Pélagienne. Géologie méditerranéenne. *Ann. Univ. de Provence*, VI, n° 1 : 41-59.