



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 337 (2005) 1096–1100



<http://france.elsevier.com/direct/CRAS2A/>

Tectonique

## Nouvelle lecture de la tectonique dans la région de Nahr-el-Kelb au Liban

Rafic M. Hamzeh \*, Thérèse Haj-Chahine

*Faculté des sciences, Université libanaise, branche 3, Kobbé-Tripoli, rue de l'Armée, 3120 Tripoli, Liban*

Reçu le 11 novembre 2004 ; accepté après révision le 10 mai 2005

Disponible sur Internet le 1<sup>er</sup> juillet 2005

Présenté par Jacques Angelier

### Résumé

Une révision minutieuse de la géologie de la région de Nahr-el-Kelb, à 10 km au nord-est de Beyrouth, montre une complexité tectonique non observée par Dubertret [Carte géologique au 1/200 000<sup>e</sup> feuille de Beyrouth avec notice explicative, 1954] lors du tracé de sa coupe géologique. Les séries néogènes observées (conglomérats, alternance de sable, de marne, de calcaire argileux et de calcaire, surmontée de calcaires massifs) reposent en discordance sur les séries crétacées et sont toutes redressées au niveau de la flexure de Ghosta, contrairement à la vision de Dubertret [Carte géologique au 1/200 000<sup>e</sup> feuille de Beyrouth avec notice explicative, 1954 ; La bordure orientale de la Méditerranée en tant que témoin de l'évolution des accidents de l'Est africain, in : XX<sup>e</sup> Congrès géologique international, Asociacion Servicios Geologicos Africanos Mexico, 1956, pp. 377–384], telle qu'elle apparaît sur sa coupe de la rive droite de Nahr-el-Kelb, à propos de la tectonique néogène au Liban. Le pendage des bancs supérieurs de conglomérat, d'abord concordant à celui des séries crétacées fortement redressées, se réduit graduellement, jusqu'à devenir horizontal au sommet de la série. Ces conglomérats sont donc contemporains de cette flexure, qui serait post-miocène. **Pour citer cet article : R.M. Hamzeh, T. Haj-Chahine, C. R. Geoscience 337 (2005).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

### Abstract

**A new reading of the tectonic in the Nahr-el-Kelb area in Lebanon.** A new study of the geology of the Nahr-el-Kelb region, situated 10 km northeast of Beirut, shows a complex tectonics not seen by Dubertret [Carte géologique au 1/200 000<sup>e</sup> feuille de Beyrouth avec notice explicative, 1954] while establishing his geologic section. The Neogene series observed (conglomerate, succession of sandstone, marl, clayey limestone, limestone, covered by massive limestone), lie disconformably on Cretaceous series and occur with a vertical dip in the Ghosta flexure in contradiction with the old vision of Dubertret [Carte géologique au 1/200 000<sup>e</sup> feuille de Beyrouth avec notice explicative, 1954 ; La bordure orientale de la Méditerranée en tant que témoin de l'évolution des accidents de l'Est africain, in : XX<sup>e</sup> Congrès géologique international, Asociacion Servicios Geologicos Africanos Mexico, 1956, pp. 377–384] on the Neogene tectonics in Lebanon. In this flexure, close to the road crossing to Jiita,

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [rhamzeh@u1.edu.lb](mailto:rhamzeh@u1.edu.lb) (R.M. Hamzeh).

the upper conglomerate beds have variable dips. Starting close to the vertical, as for the underlying Cretaceous series, the dip gradually decreases in the upper conglomerate beds, to become horizontal at the top of the formation. The upper conglomerate is thus post-Miocene in age. **To cite this article:** R.M. Hamzeh, T. Haj-Chahine, C. R. Geoscience 337 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés :** Tectonique ; Flexure ; Conglomérat ; Quaternaire ; Crétacé

**Keywords:** Tectonic; Flexure; Conglomerate; Quaternary; Cretaceous

## 1. Introduction

Le Néogène littoral libanais, selon Dubertret [1], est le plus caractéristique au niveau du plateau de Zouk dans la région de Nahr-el-Kelb, à 10 km au nord de Beyrouth. Selon lui, «le Miocène y repose en discordance sur une ancienne surface d'abrasion marine recoupant le sommet du Cénomaniens, le Turonien et le Sénonien» (Fig. 1).

Ce débordement du Miocène subhorizontal du plateau de Zouk sur les couches turoniennes et cénomaniennes supérieures de la zone de flexure montre, selon lui, que «la flexure (du Liban côtier) avait déjà atteint toute son intensité dès le début du Miocène». Cette constatation sur l'âge de la flexure avait déterminé l'interprétation de l'ensemble de la tectonique néogène au Liban.

En revanche, pour Wetzel et Haller [6], la grande flexure ouest du Liban, dans la région nord et dans les environs de Zghorta, à Raskifa, est post-pontienne (Fig. 2). En effet, les couches conglomératiques pontiennes sont fortement redressées par cette flexure.

Cette grande flexure ouest du mont Liban s'étend depuis la terminaison nord de la faille de Roum à Damour au sud, jusqu'aux environs de Tripoli, au nord. Elle est découpée par des failles transverses, décrochantes dextres, orientées est-ouest et déplaçant vers

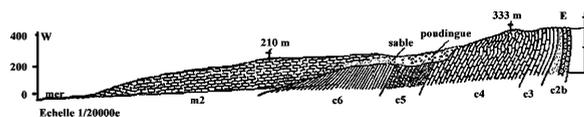


Fig. 1. Coupe longitudinale du versant nord du fleuve du Chien (Nahr-el-Kelb), montrant le Crétacé redressé de la zone de la grande flexure (c<sub>2</sub> à c<sub>5</sub>), entamé et recouvert par le Vindobonien selon Dubertret [1].

Fig. 1. Longitudinal geologic section along the northern flank of Nahr-el-Kelb valley, showing the relationship between Cretaceous and Miocene (Vindobonian) formations according to Dubertret [1].

l'est des compartiments (Fig. 3). Cette flexure, aujourd'hui découpée en marches d'escalier du sud au nord, résulte d'une même manifestation mobiliste.

Pour résoudre ces contradictions, de nouvelles études de terrain nous ont conduits à reconsidérer la succession stratigraphique et les relations géométriques mutuelles des formations affleurant dans cette région (Fig. 4). Une série de routes et de pistes nouvellement percées sur cette rive droite de Nahr-el-Kelb,



Fig. 2. Coupe du bord du plateau de Zrharta, visible le long du Nahr Abou Ali. Raskifa. Échelle 1/2000. (1) Calcaires cénomaniens, (2) marne (Sénonien à Eocène ?), (3) calcaire miocène, (4) conglomérats pontiens, (5) conglomérats quaternaires.

Fig. 2. Geologic section of the edge of the Zrharta plateau along Nahr Abou Ali valley, Raskifa. Scale 1/2000. (1) Cenomanian limestones, (2) Senonian to Eocene (?) marls, (3) Miocene limestones, (4) Pontian conglomerate, (5) Quaternary conglomerate.

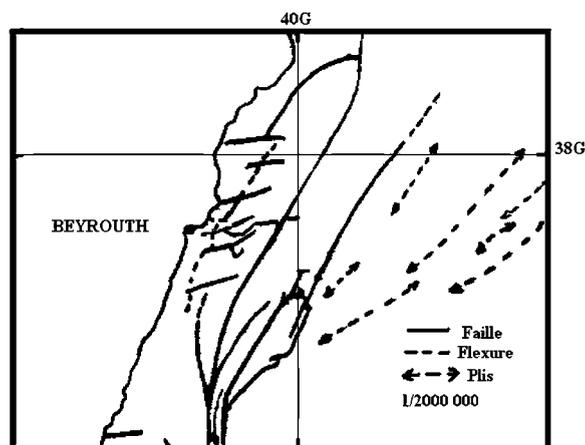


Fig. 3. Schéma tectonique du Liban selon Dubertret [1,2].

Fig. 3. Tectonic framework of Lebanon according to Dubertret [1,2].

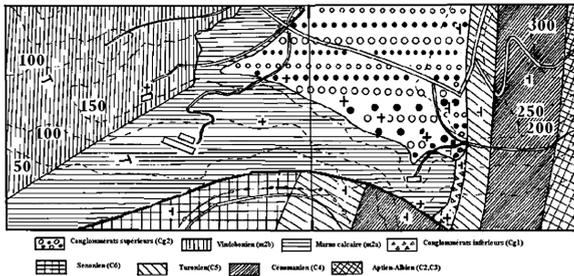


Fig. 4. Carte des limites géologiques, sur fond topographique, de la rive droite du Nahr-el-Kelb, au niveau de Deir-el-Louézé et du Musée de cire.

Fig. 4. Geologic map of the right bank of the Nahr-el-Kelb valley, close to Deir-el-Louizé and the Wax Museum.

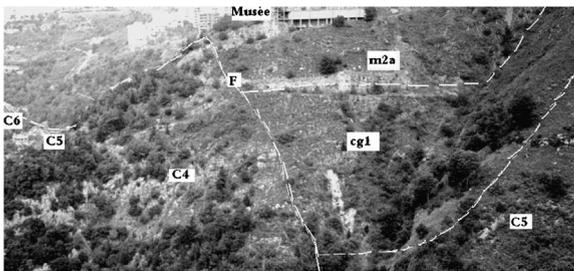


Fig. 5. Faille verticale F mettant en contact les couches redressées crétacées (C4, C5, C6) avec les couches miocènes horizontales (cg1, m2a); voir aussi le bloc diagramme.

Fig. 5. Vertical fault F putting in contact strongly-dipping Cretaceous (C4, C5, C6) and horizontal Miocene formations (cg1, m2a); see also block diagram.

nous a notamment permis d'étudier les bas de versants jusqu'alors cachés.

## 2. Analyse stratigraphique

La rive droite de Nahr-el-Kelb montre un Miocène débutant par des passées conglomératiques et d'une épaisseur de 40 m environ. Des bancs de poudingues consolidés épais de 2 m et mal classés alternent avec des passées plus minces de 20 à 30 cm, plutôt à petits galets ou graviers (Figs. 5 et 6).

La série se poursuit par une succession de petites séquences, débutant par des conglomérats passant à des grès, puis à des marnes parfois graveleuses, et enfin à des calcaires en plaquettes. Cette succession rythmique a une épaisseur de 80 m environ (Figs. 6–8 et 10).

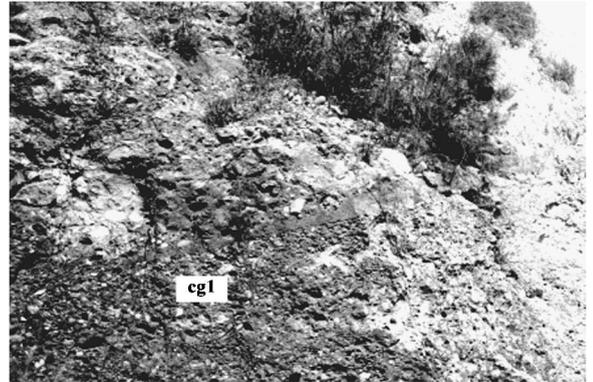


Fig. 6. Conglomérats inférieurs bien consolidés, à pendage presque horizontal.

Fig. 6. Well-consolidated lower conglomerate with nearly horizontal dip.



Fig. 7. Conglomérats supérieurs cg2 reposant en discordance sur les marno-calcaires miocènes m2a, tous deux légèrement plissés.

Fig. 7. Upper conglomerate cg2 resting disconformably on Miocene marly limestone m2a, both affected by gentle folding.

Des bancs de calcaires épais de biomicrorite et de microcrite fossilifères, certains durs d'autres plus crayeux, continuent la série. D'abord faiblement inclinés vers l'ouest, ils passent ensuite à l'horizontale et sont même à pendage est à l'approche des Stèles historiques de la région.

L'ensemble est creusé à la hauteur de Deir Louézé par une vallée incisée fossile, comblée par des dépôts fluviaux formant les conglomérats supérieurs. Ceux-ci reposent en discordance à la fois sur la série miocène (Fig. 7) et le Turonien redressés (Figs. 8 et 10). Ces conglomérats remplissent la dépression en *onlap* divergent. Ils débutent en effet par un lit sableux de 5 cm d'épaisseur, très redressé, à pendage quasiment conforme à celui des couches turoniennes sous-jacentes (Figs. 8 et 9). Ce lit est suivi de passées conglomératiques plus ou moins granoclassées,

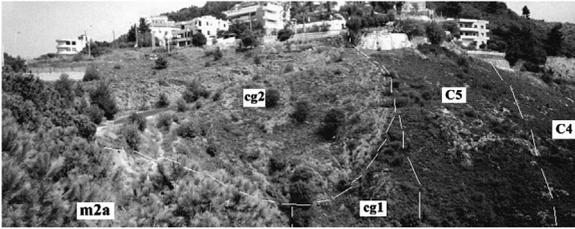


Fig. 8. Conglomérat supérieur cg2, reposant en discordance à la fois sur les séries crétacées (C4 et C5) et sur le conglomérat inférieur (cg1) de la base du Miocène, tous deux redressés, à droite, et sur le Miocène horizontal (m2a), à gauche.

Fig. 8. Upper conglomerate cg2 resting disconformably on strongly dipping Cretaceous (C4 and C5) and lower conglomerate cg1 of the base of the Miocene series to the right side of the photo, and on horizontal Miocene formation (m2a) to the left.



Fig. 9. Conglomérat supérieur (cg2a à cg2c) reposant en onlap divergent sur les calcaires turoniens à rudistes (C5), érodés et redressés.

Fig. 9. Upper conglomerate (cg2a to cg2c) onlapping (divergent onlap) vertically dipping rudist-bearing Turonian limestones (C5).

en bancs d'abord redressés, puis à pendage de plus en plus faible (cg2a, cg2b, cg2c...), jusqu'à devenir presque horizontal (Figs. 7 et 9).

### 3. Explication tectonique

L'étude tectonique, effectuée sur les affleurements de la rive droite du Nahr-el-Kelb, montre les formations suivantes :

- (1) au carrefour allant vers Jiita, une succession de couches redressées du C<sub>2</sub> au C<sub>5</sub> sont suivies par les conglomérats supérieurs (Figs. 8 et 9) ;
- (2) sous la route en descendant sur le versant (vers le musée), les passées conglomératiques supérieures

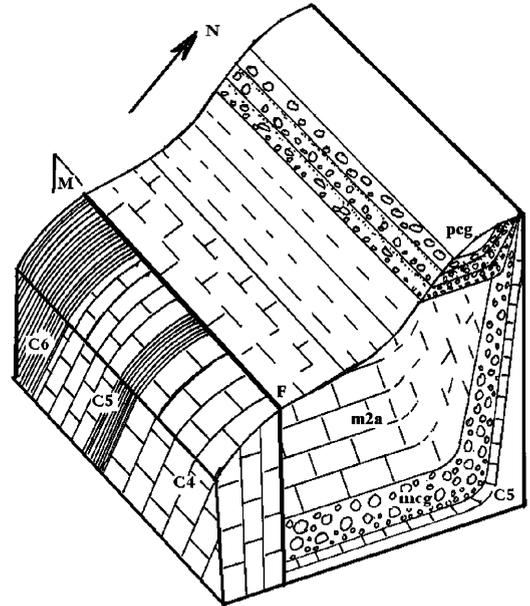


Fig. 10. Bloc diagramme de la région étudiée, montrant une faille verticale dextre F qui met en contact le Crétacé redressé (C4 à C6) et le Miocène horizontal (mcg, m2a).

Fig. 10. 3D block diagram of the studied area showing a dextral vertical fault F putting strongly dipping Cretaceous formations (C4, C5, C6) in contact with horizontal Miocene formations (mcg, m2a).

reposent en discordance sur des conglomérats inférieurs de pendage d'abord redressé (Figs. 8 et 9), puis qui diminue jusqu'à devenir horizontal. La succession terrigène, marno-calcaire et calcaire, d'abord horizontale, devient chaotique et fracturée à l'approche de la flexure (Figs. 5, 4 et 10) ;

- (3) plus bas vers le sud-ouest de ce flanc, ces conglomérats et ces marno-calcaires, à pendage presque horizontal, sont mis en contact (Figs. 4, 10 et 11) avec les couches crétacées C<sub>4</sub> à C<sub>6</sub>, redressées par une faille est-ouest, à décrochement dextre de 300 m environ de rejet.

Ce décrochement entraîne une complexité d'affleurement qui a trompé Dubertret [1–3] et l'a conduit à placer les couches miocènes presque horizontales en discordance sur les séries crétacées redressées (Fig. 1). Il en résulte, pour les séries crétacées dans la région étudiée, une réduction dans l'épaisseur à reconsidérer à la lumière des nouvelles données tectoniques (Figs. 4, 10 et 11).

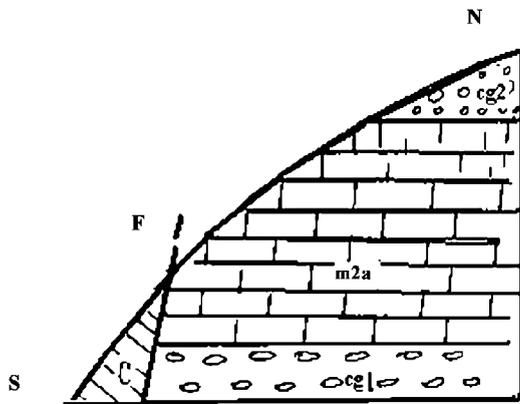


Fig. 11. Coupe géologique nord-sud sur le flanc nord de la vallée du Nahr-el-Kelb, au niveau du Musée de Cire.

Fig. 11. North-south oriented geologic section on the northern flank of Nahr-el-Kelb valley near the Wax Museum.

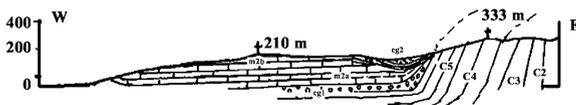


Fig. 12. Coupe géologique est-ouest sur le flanc nord de la vallée du Nahr-el-Kelb, corrigeant la coupe de Dubertret de la Fig. 1.

Fig. 12. East-west oriented geologic section on the northern flank of Nahr-el-Kelb valley correcting the Dubertret section of Fig. 1.

Cette situation apporte aussi une solution au problème soulevé par Sanlaville [4, pp. 535 et 536] à propos de la surépaisseur anormale (100 à 200 m) des conglomérats dans la région du Nahr-el-Kelb. Au niveau du talweg en effet, les couches du conglomérat de base, redressées sont surmontées par les conglomérats supérieurs.

#### 4. Conclusion

D'après ces nouvelles observations, la coupe de Nahr-el-Kelb serait la suivante (Fig. 12), qui devrait remplacer la coupe de Dubertret [1].

Elle montre que la flexure est contemporaine de la mise en place des conglomérats supérieurs redressés au début de leur formation et qui seraient de moins en moins affectés (Figs. 9 et 10).

Par comparaison avec la coupe de Wetzel au nord de Raskifa (Liban nord) (Fig. 2), la flexure

de Ghosta serait post-pontienne si, par analogie tectonique (Fig. 3), on ramenait au Pontien l'âge des conglomérats supérieurs de Nahr-el-Kelb, jugés post-vindoboniens par Dubertret. L'âge de la flexure ouest du Liban serait donc beaucoup plus jeune que ne l'admettait Dubertret.

Ces conglomérats supérieurs sont considérés comme étant d'âge Villafranchien par de Vaumas [5, p. 212]. Sanlaville [4, (p. 536)] les ramène quant à lui au Pontien. Il a également remarqué que ces conglomérats supérieurs ont été affectés par la tectonique aboutissant à la formation de la flexure. Influencé par les conceptions de Dubertret, Sanlaville propose pour ces conglomérats un âge plus ancien que de Vaumas, plutôt néogène et non quaternaire, en se basant sur une supposition de déformation faible au cours du Quaternaire. Or, les données actuelles sur la tectonique au Liban montrent une manifestation continue et forte jusqu'à l'époque actuelle, liée principalement à l'ouverture de la mer Rouge. Si l'on se fie à la considération de de Vaumas, l'âge de la flexure serait quaternaire.

De ce qui précède, il est facile de constater un âge post-Pontien à récent (Fig. 9) pour la grande flexure ouest du Liban, mais suffisamment ancien pour permettre l'accomplissement de la flexure. De plus, l'épaisseur des couches du Crétacé serait normale dans cette région, si l'on tient compte de la faille décrochante affectant cette région et non représentée dans la coupe de Dubertret.

#### Références

- [1] L. Dubertret, Carte géologique au 1/200 000<sup>e</sup> feuille de Beyrouth avec notice explicative, 1954.
- [2] L. Dubertret, La bordure orientale de la Méditerranée en tant que témoin de l'évolution des accidents de l'Est africain, in: XX<sup>e</sup> Congrès géologique international, Asociacion Servicios Geologicos Africanos Mexico, 1956, pp. 377–384.
- [3] L. Dubertret, Introduction à la carte géologique à 1/50 000<sup>e</sup>, Notes et Mém. sur le Moyen-Orient 13 (1975) 345–402.
- [4] P. Sanlaville, Étude géomorphologique de la région littorale du Liban, Publications de l'Université libanaise, Beyrouth, 1977.
- [5] E. de Vaumas, Les phénomènes cryogéniques du promontoire de Beyrouth, Méditerranée, 1970, pp. 211–235.
- [6] R. Wetzel, J. Haller, Le Quaternaire côtier de la région de Tripoli (Liban), Notes Mém. Moyen-Orient 4 (1945) 1–48 (pl. I–II).