

## **Sikha Asfalou; exemple de glissement sur la côte méditerranéenne des Bokoya entre Torrès et Badis, (Rif septentrional, Maroc)**

*EL FELLAH Bouchta\*, AZZOUZ Omar \*\*et ASEBRIY Lahcen\**

**Mots clés:** Glissement, Littoral, Bokoya, Sikha Asfalou, Rif, Maroc.

### **Résumé**

Les glissements de terrain sont des phénomènes presque ordinaires sur le littoral méditerranéen de la montagne rifaine. Le massif calcaro-dolomitique des Bokoya est marqué par des falaises à éboulements et à glissements. Sikha Asfalou, qui est situé dans le massif des Bokoya entre les deux villages "Torrès" et Badis, est un exemple de cette dynamique. Ce glissement est engendré par le recoupement de deux failles normales N85°E et N00. Il présente une rupture principale de plusieurs dizaines de mètres de commandement. Son extrémité aval montre une avancée du continent dans la mer.

Les conditions lithologiques et tectoniques combinées à l'abrasion marine et à l'activité sismique récente, expliquent le rôle impressionnant des glissements dans l'évolution de cette portion du littoral méditerranéen. Ce dynamisme représente, dans cette région, un handicap à la réalisation de projets éventuels d'aménagement.

### **Abstract**

#### **Sikha Asfalou; example of a landslide in the mediterranean coast of Bokoya between Torrès and Badis, (Rif, Morocco)**

Landslide phenomena are ordinary on mediterranean coast of Rif mountains. Bokoya massy (calcareous and dolomy) is marked by cliffs with collapses and landslides. Sikha Asfalou lying between the two villages "Torrès" and Badis, is an example of this dynamic. This landslide is produced by cross-checking of two faults (N 85°E and N00). It offers a principal rupture with a huge commandement, and it ends with continent advanced (forward) into sea.

Lithologic and tectonic conditions compound to marine erosion and to late sismique activities explain landslides impressive character in the evolution of this mediterranean coast portion. This dynamic produce here a serious handicaps to possible management projects.

---

\* Institut Scientifique, Université Mohammed V, Avenue Ibn Battota, BP:703, Rabat-Agdal, Maroc.;

\*\*Département de Géologie, Faculté des sciences, 423, Oujda, Maroc

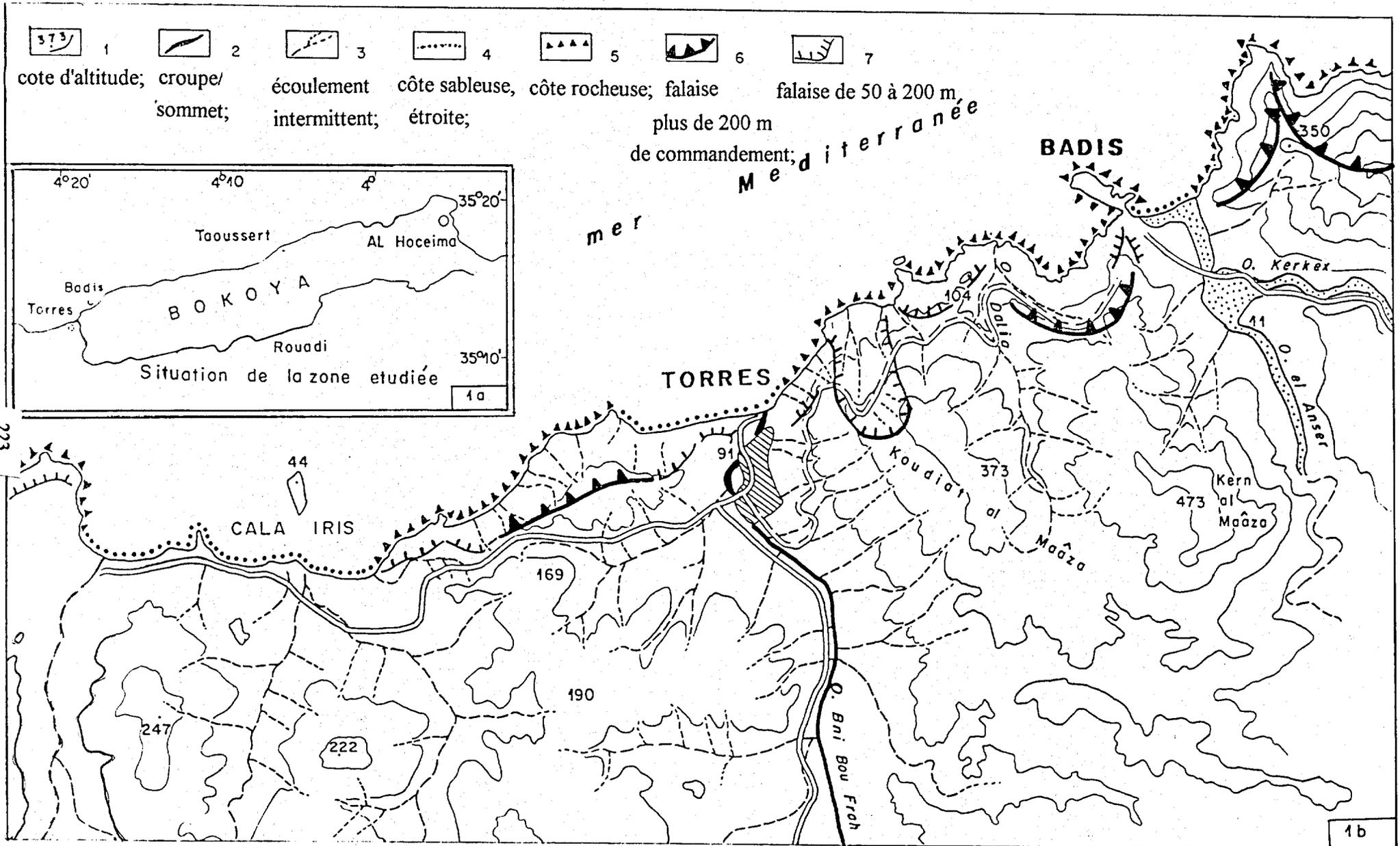


Fig. 1a et 1b; croquis de situation de la zone étudiée et aspects morphologiques de la côte des Bokoya de part et d'autres de Torrès

## INTRODUCTION

Le massif des Bokoya à l'Ouest d'Al Hoceïma (fig. 1a), domine la mer méditerranéenne par des escarpements de falaises hautes, taillées dans les calcaires mésozoïques. Cette côte, très instable, est marquée par des mouvements superficiels d'éboulements, ou localement de phénomènes de solifluxion en interaction avec le ravinement.

L'objet de cette note, est l'étude du phénomène dit " Sikha Asfalou" qui est un glissement situé entre les deux petites localités de Torrès et Badis. Il prend naissance dans une zone de contact tectonique (front de chevauchement du massif des Bokoya sur la semelle tertiaire repris par des failles à partir du Miocène terminal) et montre une rupture principale de plusieurs dizaines de mètres de commandement. Sa partie frontale (avale) présente des contours convexes du côté de la mer.

## MILIEU PHYSIQUE

Le massif des Bokoya est une chaîne de montagnes relativement basse, émoussée et très compartimentée. Les altitudes varient entre 500 et 700 m, même sur les falaises surplombant la mer d'Alboran. Cette chaîne s'allonge sur 40 km de long orienté Est-Ouest et sur 10 km de large orienté nord-sud. Elle est cernée par un ensemble de bas reliefs dont les plaines de l'oued Nékor et les dépressions de Rouadi et de Bni Boufrah respectivement à l'Est, au Sud et à l'Ouest.

Dans ce massif on distingue trois secteurs (Fig. 1b):

- secteur occidental, de part et d'autres de Badis;
- secteur central autour de Taoussert et comprenant les localités d'Addouz, de Tikkit et de Boussikour;
- secteur oriental, entre Imzourène et la ville d'Al Hoceïma.

Le climat régional est marqué par des précipitations annuelles faibles et marquées par une diminution notable d'Ouest en Est, le long de la côte méditerranéenne. Elles passent de 700 mm à Cap Mazzari au Nord de Tétouan à moins de 250 mm dans la vallée de Nekor à l'Est des Bokoya (tableau I).

Localité	Cap Mazzari	Martil	Oued Lao	Bou Hmed	Jebha	Torrès	Badis	Al Hoceïma	Larba Taourirt
P (mm)	700	600	485	386	358	340	320	308	221

Tab. I: Variation des pluies (mm) le long de la côte entre Tétouan et Al Hoceïma

La sécheresse relative de ce littoral est due à sa position en abri par rapport aux masses d'air humides originaires de l'Ouest; car l'essentiel des pluies est issu des perturbations du Nord-est. Le régime pluviométrique est caractérisé par la grande irrégularité du climat méditerranéen; les besoins du couvert végétal en précipitations sont compensées par l'humidité atmosphérique très élevée (Maurer, 1968).

Le réseau hydrographique est sec et ne fonctionne qu'à la suite des pluies torrentielles. Il est soit d'origine local adapté à la structure, soit sous forme d'oueds conséquents. Quelques cours d'eau sont remarquablement étroits (dans la partie centrale); ils se fauillent en gorges avant d'atteindre la mer. L'oued Tikkit au nord de Rouadi creuse d'ailleurs son tracé selon un dénivelé supérieur à 500 m. Cet enfoncement s'explique, selon Maurer (1968), par l'antécédence et la surimposition de l'écoulement.

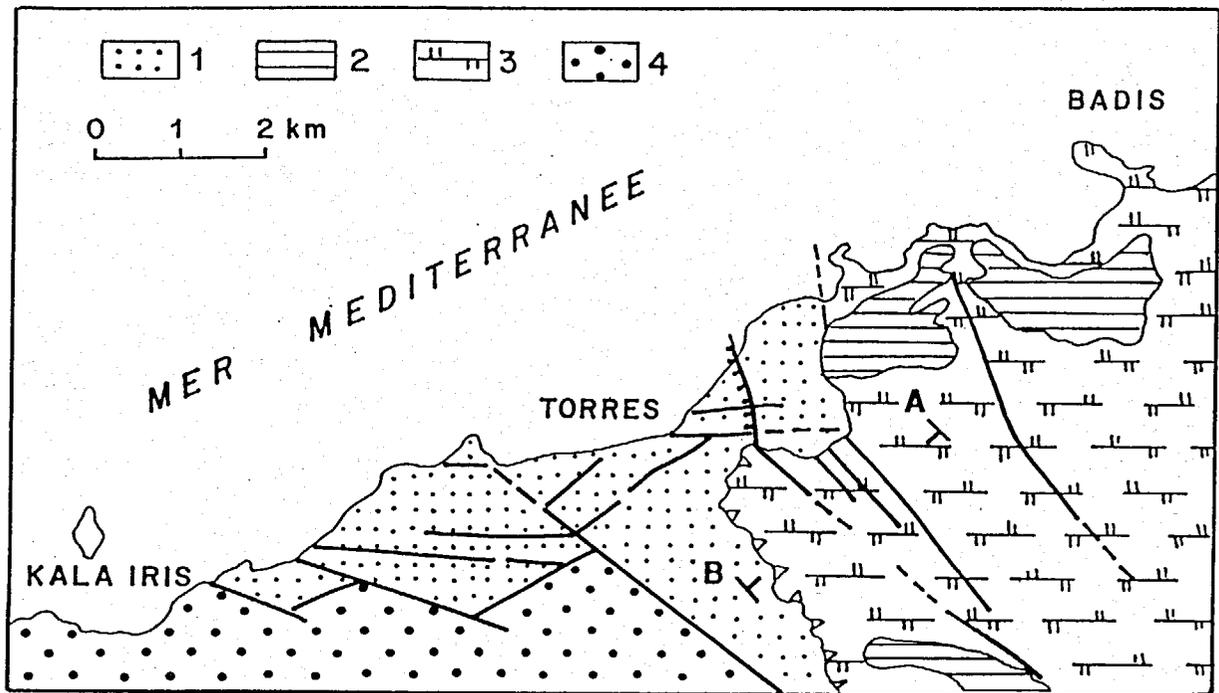


Fig 2; Schéma structural de la région de Badis, Torrès et Cala Iris

1- Formation prédorsalienne ou "semelle tertiaire" (Eocène- Oligocène); 2 - Flysch de la nappe de Tizirène (Crétacé inférieur) 3- Dorsale calcaire externe (Trias); 4- nappes Ghomarides (flysch paléozoïque);

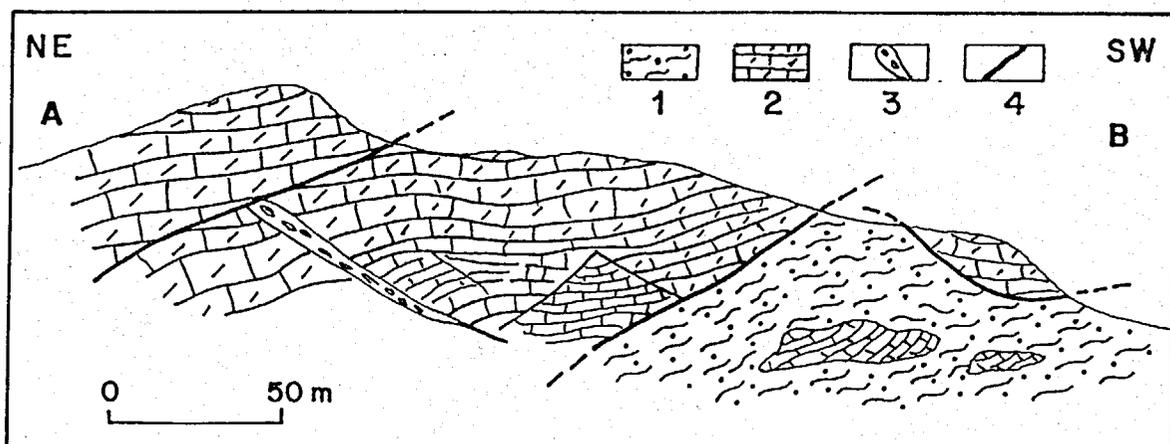


Fig.3; Coupe géologique à travers les séries dolomitiques de la Dorsale calcaire externe et les flyschs prédorsaliens à Sikha Asfalou:

1- Formation prédorsalienne ou "semelle tertiaire" (Eocène- Oligocène);  
 2- alternances marno-calcaire et dolomies massives de la Dorsale calcaire externe (Trias);  
 3- faille distensive miocène  
 4- chevauchement tortonien

La végétation est très dégradée (forêt claire, matorral, alfa) et se compose des essences suivantes: thuya (*Tetraclinis articulata*), lentisque (*Lentiscus*), oléastre (*Olea europea*), doum (*Chamaerops humilis*), jujubier (*Ziziphus lotus*), alfa (*Stipa tenacissima*)... Le reboisement des versants en pin d'alep, mené par les services forestier régionaux a donné des résultats encourageants, ce qui pourrait contribuer à réduire les effets des glissements de masse. Le milieu naturel bénéficie, depuis quelques années de la protection contre les abus de la population (pâturage, coupes, défrichage, feu de forêts, etc...). Actuellement, le massif calcaire d'Al Hoceïma correspond au parc national des Bokoya et fait l'objet de l'attention particulière de différents organismes intéressés par l'environnement et l'écologie.

## CONTEXTE STRUCTURAL

La chaîne des Bokoya repose sur une formation chaotique à matrice marneuse d'âge eocène-oligocène (Ennadifi, 1973; Andrieux, 1971). Le pendage des couches vers la mer dans le secteur occidental de la chaîne, entre Torrès et Badis, est très fort. La présence de failles normales de directions NE-SW et des chevauchements à vergence NW contribue à disloquer ce bâti qui doit, en partie, ses grandes lignes de relief subtabulaire, à la surface d'érosion fini-tertiaire. Celle-ci a été suivie par l'installation du réseau hydrographique et le dégagement de nouvelles formes structurales induites par une tectonique très active, responsable de l'absence quasi-totale de niveaux marins (Maurer, 1968).

La position structurale de Sikha Asfalou coïncide avec un contact de chevauchement entre deux ensembles lithostratigraphiques de compétences différentes appartenant au Rif septentrional (fig. 2 a et b):

- un premier ensemble rigide formé essentiellement par les dolomies massives grises du Trias supérieur de la dorsale calcaire externe. Ces dolomies supportent, par des contacts planaires, les terrains calciturbiditiques dévoniens des nappes ghomarides;
- un deuxième ensemble, relativement tendre, est représenté par les formations tertiaires prédorsaliennes ou "la semelle tertiaire des Bokoya" (Andrieux, 1971). Celle-ci est constituée par d'importantes séries marneuses d'âge eocène-oligocène à caractère olistostromique, remaniant des blocs de nature et de taille variées. Par endroits, les séries sont flyschoides, gréseuses à faciès numidiens.

L'analyse tectonique du secteur de Sikha Asfalou montre que le développement du glissement a été contrôlé essentiellement par des déformations cassantes. Celles-ci se matérialisent au moins par deux familles de failles qui ont joué un rôle important dans la structuration récente de la région.

On note d'ailleurs l'existence de failles assez redressées, de direction NNW-SSE à regard vers l'Est. Ces failles sont associées au contact principal qui montre localement le chevauchement des dolomies triasiques sur les marnes prédorsaliennes (fig. 3) et qu'on attribue à l'épisode des serrages tortoniens (Azzouz, 1992). Les plans de ces failles montrent souvent un rejeu en failles normales distensives qu'on associe à une tectonique récente d'âge plio-quadernaire. Celle-ci paraît avoir contrôlé la sculpture de la berge Est de la Sikha d'Asfalou qui se présente sous forme de falaises qui s'alignent également suivant une direction NNW-SSE.

De même, on décrit dans les terrains prédorsaliens (Azzouz, 1992) une deuxième famille de failles de direction N120°E-140°E à regard vers le Nord-est, associées à l'effondrement de la mer d'Alboran. Ces failles sont responsables d'un grand nombre d'escarpements qui longent la côte depuis Cala Iris jusqu'à Badis (Ennadifi, 1973), et qui se caractérisent par d'importants phénomènes de glissement de terrain.

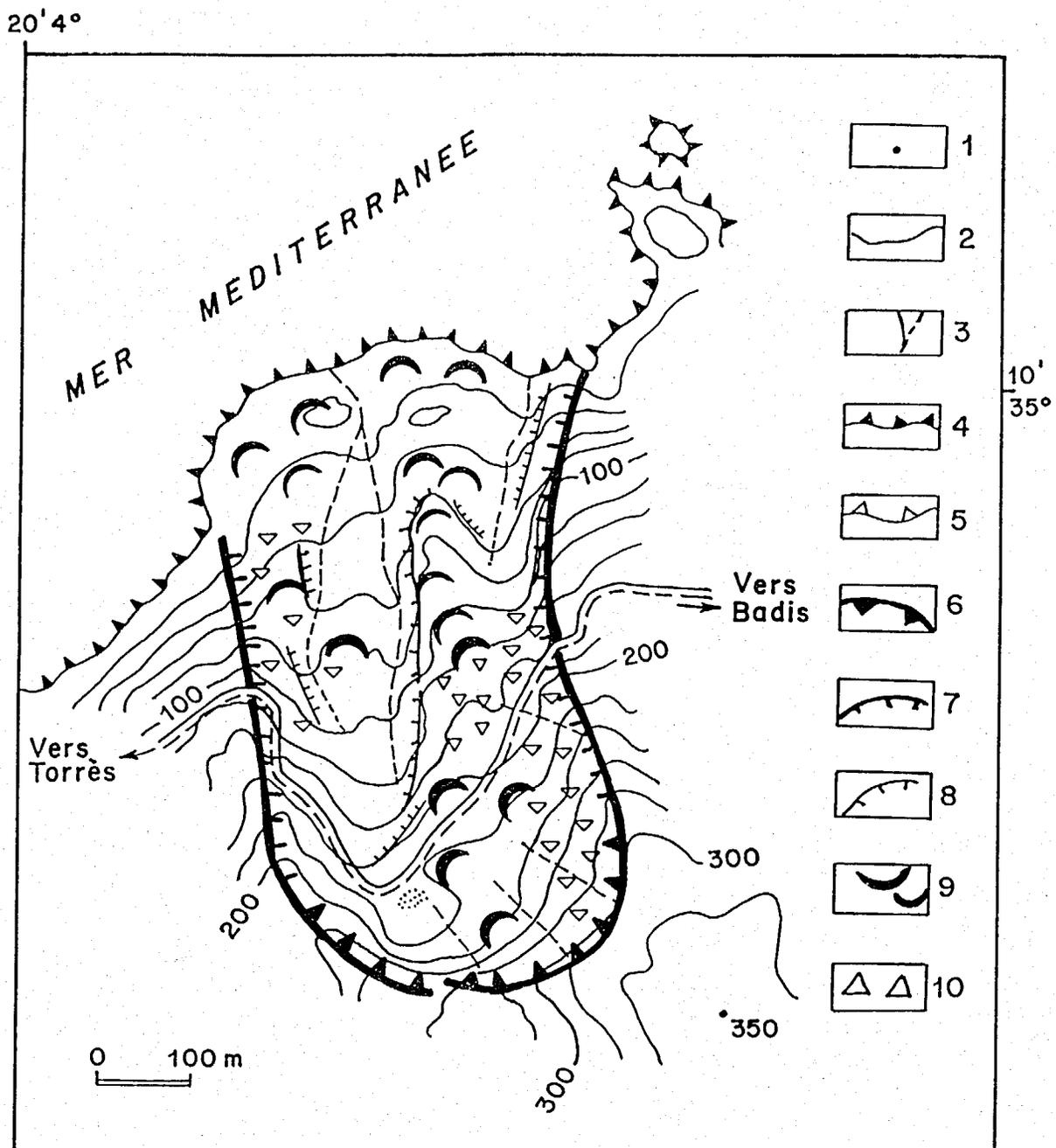


Fig 4; modelé de surface et détails du glissement Sikha Asfalou;  
 1:côte d'altitude; 2: courbe de niveau; 3: écoulement temporaire; 4: falaise vive >20m; 5:  
 falaise vive <20m; 6: rupture principale; 7: rupture latérale; 8: rupture secondaire;  
 accumulation de masses rocheuses éboulées; 10: bourrelet de glissement

Une troisième famille de failles de direction N85°E se rencontrent également dans les terrains prédorsaliens; ces failles sont attribuées au réseau de failles distensives à rejeu vertical pouvant dépasser 150m (CNR, 1994). Le recoupement de ces deux failles aurait occasionné la rupture principale du glissement dit Sikha Asfalou. Une telle dynamique aurait occasionnée les conséquences directes suivantes:

- la dénivellation importante des pentes imposées par la résistance des dolomies triasiques qui se retrouvent à plus de 300 m d'altitude;
- le rejeu récent des failles NNW-SSE attribué au Quaternaire moyen à récent (Maurer, 1968; Barathon, 1989)
- et enfin, les événements sismiques enregistrés dans la région montrent des épacentres au voisinage immédiat de certains de ces accidents (Jebha et Nekor en l'occurrence) (fig. ).

Ces enregistrements confirment les révélations de la sismicité historique qui montrent, selon les écrits et documents recueillis par EL MRABET T. (1991) que Badis aurait connu, entre 1700 et 1900, pas moins de quinze séismes destructeurs. Celui de 9 août 1801 est d'après cet auteur "responsable de la destruction de ce qui est resté de la ville et rocher de Badis après le séisme de 1755". Parmi les séismes violents déjà cités on retient pour le 18<sup>ème</sup> siècle ceux du 1<sup>er</sup> et 18 novembre 1755; 9 et 10 octobre 1790; 15 avril 1791; 1<sup>er</sup> octobre 1792; 24 mai 1795; 27 août 1795; et ceux du 9 août 1801; 3 septembre et 31 décembre 1802; 3 janvier 1803; 8 juillet 1848 pour le 19<sup>ème</sup> siècle.

## **SIKHA ASFALOU; MISE EN PLACE ET EVOLUTION**

L'accès à Sikha Asfalou est possible à partir de Torrès soit par la piste forestière, soit en suivant la côte par un sentier au milieu de rochers éboulés de la falaise. Ce glissement est situé à environ 600 m à l'Est de la petite baie de Torrès qui correspond à l'embouchure de l'oued Bni Boufrah. Le front de la masse déstabilisée entre profondément dans la mer et contribue à parfaire les contours de la baie de Torrès. Ici, le continent gagne 4 à 5 ha de terrain sur la mer (Fig. 4).

Ce glissement se situe sur une zone de chevauchement (Blumenthal, 1937). Il est implanté sur le contact entre la klippe de jbel Maâza à formations flyschoides et la série jurassique calcaro-dolomitique, intercalée de passées marneuses. Le compartiment sud-est semble avoir été porté en altitude (360m); le talus du décollement principal, semi-circulaire montre des parois verticales avec plus de 50 m de commandement. Cette rupture laisse apparaître en coupe deux niveaux distincts:

- un niveau supérieur de près de 50 m, déjà colonisé par la végétation;
- un niveau inférieur avec moins de 10 m, dépourvu de végétation. Les signes de fraîcheur visibles et imposants de celui-ci indiqueraient la réactivation du glissement survenue il y'a quelques années.

Les blocs détachés de la falaise sont parfois décamétriques, éparpillés ou empilés et tassés en désordre tout en édifiant des gradins sur la totalité de la zone située en aval. On y retrouve d'ailleurs, les microformes les plus répandues dans les terrains instables: crevasses, bourrelets, dépressions fermées, dolines, horsts et grabens, etc...La partie médiane de ce versant montre plusieurs ruptures secondaires indiquant l'emboîtement des glissements. L'un d'entre-eux fonctionne en coulée boueuse et traîne derrière lui un ravin que domine au sud-est une panoplie de cicatrices fraîchement établies. Les observations recueillies sur place ont permis de juger de la nature rotationnelle de ce glissement. Sa surface, déduite à partir de cicatrices et ruptures, serait située entre 30 et 50 m de profondeur.

Il ressort, de tout ce qui précède, que les conditions du sol et du sous-sol agissent, le long de cette côte, en tant que facteurs limites naturels pour tout projet d'aménagement (El Fellah, 1994). Parmi les principaux facteurs-limites retenus:

- 1- les tremblements de terre successifs, enregistrés, de temps en temps, dans la région entraînent parfois le détachement de blocs de tailles variables à partir de la falaise. Les secousses de l'été 1994 attestent du rôle moteur que peut jouer l'activité sismique actuelle dans la dynamique des mouvements néotectoniques affectant le littoral (CNR, 1994).
- 2- le sapement causé par la houle au pied des falaises et l'ablation des couches inclinées sans être appuyées sur leur extrémité, subissent une traction générée par l'appel au vide.
- 3- les forces gravitaires, en étroite relation avec la pente topographique, (toujours  $>$  à  $25^\circ$ ), agissent sur le matériel disloqué qui se mobilise vers le pied du versant.
- 4- le pendage des couches vers la mer favorise les pressions des eaux infiltrées; celles-ci agissent sur tout le massif en diminuant les forces de frottement dans les fissures et les surfaces de glissement et en exerçant l'effet de presse hydraulique sur la masse entière qui se remet en mouvement.

## CONCLUSION

Sikha Asfalou est un glissement contemporain. Comme l'ont déjà signalé auparavant certains auteurs (El Mrabet, 1991; Chaouki, 1991) les séismes de 1755, dit de Lisbonne, et de 1801 auraient été à l'origine d'un certain nombre de bouleversement topographiques au Nord du Maroc. Il serait possible que le glissement Sikha Asfalou aurait été déclenché par l'un de ces deux séismes. Les témoignages recueillis à Badis, auprès des populations locales, confirment cette hypothèse. D'autant plus, cette région présente, selon les données sismologiques récentes (Cherkaoui et Hatzfeld, 1994), le plus d'aléa sismique au Maroc. La fréquence annuelle des séismes d'intensité supérieure ou égale à V (MS) s'élève d'après un rapport du CNR (1994), à 2.5.

L'analyse structurale de la région montre que le déclenchement du glissement Sikha Asfalou aurait été facilité par le jeu de failles récentes responsables de la sismicité actuelle dans le Rif (Asebriy et Cherkaoui, 1995). Ce serait aussi le cas pour la plupart des glissements reconnus sur toute la côte méditerranéenne des Bokoya. Ceci mène à conclure en faveur du rôle important des failles actives dans le Rif (Ait Brahim et al, 1989). Une telle évolution de cette portion de la côte nord du Maroc présente beaucoup de difficultés géotechniques à des projets éventuels d'aménagement.

## BIBLIOGRAPHIE

- AIT BRAHIM L et al. ,1989; Genèse et déformation des bassins néogènes du Rif Central au cours du rapprochement Europe-Afrique. *Géodynamica Acta*, n°3/4, pp: 295-304.
- ANDRIEUX J., 1971; La structure du Rif Central. Etude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine. *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 235, Rabat.
- ASEBRIY L., 1994; Evolution tectonique et métamorphique du Rif central ; définition du domaine subriftain. Thèse d'Etat, Univ. de Rabat, 284p.
- ASEBRIY L. et CHERKAOUI T-E., 1995; Tectonique cassante et sismotectonique dans le Rif et son avant-pays (Maroc). *Africa Géoscience Review*, Vol.2, n°2, pp.181-188.
- AZZOUZ O., 1992; Lithostratigraphie et tectonique hercynienne des terrains paléozoïques ghomarides du Massif des Bokoya (Rif Interne, Maroc). Thèse de 3ème cycle, Rabat, 208p.
- BARATHON J.J., 1989; Bassins et littoraux du Rif oriental; évolution morphoclimatique et tectonique depuis le Néogène supérieur. *Etudes Méditerranéennes*, fas.13, 531p.

- BLUMENTHAL M., 1937; Esbozo geologico del Rif en la region de Bokoya. *Boll. Inst. Geol. Minero Madrid*. t 14, pp:119-332
- CHAOUKI A., 1991; Les mouvements de terrain et les risques associés dans la région de Bab Taza (Rif occidental). Thèse de l'Université, Strasbourg, 211p.
- CHERKAOUI T.E. et HATZFELD D., 1994; Evaluation de l'aléa sismique au Maroc. *7ème Cong. Intern. de l'AIGI, Lisboa, Portugal*, pp: 2065-2073.
- CNR (Centre National de la Recherche et de Planification Scientifique), 1994; Rapport sur le séisme du 26 mai 1994 ressenti dans la province d'Al Hoceïma, 31p, Rabat, rapport inédit.
- EL FELLAH B., 1994; Eboulement rocheux dans le Paléozoïque du Rif: présentation d'un cas sur la route Oued Lao-Jebha. *7ème Congrès Intern. de l'AIGI, Lisboa Portugal* pp:3927-3931.
- EL MRABET T., 1991; La sismicité historique du Maroc. Thèse de Troisième cycle, Fac. des Lettres Rabat, 340p (en arabe).
- ENNADIFI M., 1973; Carte géologique de Bni Boufrah (1/50.000) , *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, n° 217.
- MOURIER T., 1982; Etude géologique et structurale du massif des Bokoya. *Trav. Lab. Géol. de l'Afrique*, n°6, Univ. Paris sud.
- MAURER G., 1968; Les montagnes du Rif central; étude géomorphologique. *Trav. Inst. Sci. série géol. et géogr. phys.* n°14, Rabat, 499p.