

Πρακτικά		4ου Συνεδρίου		Μάιος 1988	
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XXIII/1	σελ. 243-257	Αθήνα 1989		
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens		

SURVEILLANCE GEODESIQUE DES MOUVEMENTS DE L'ECORCE TERRESTRE DANS LA REGION D' ECH CHELIF (ex EL ASNAM) - ALGERIE DU NORD

D. DIMITROV*, K. LAMMALI*

RESUME

Dans la région d'Ech Chelif le C.R.A.A.G effectue des mesures géodésiques pour l'étude des mouvements de l'écorce terrestre liés à la sismicité de la région. Les résultats des travaux de nivellement de 1976, 1981, 1985,7; 1986,9; 1987,4 et 1987,9 mettent en évidence la tendance du chevauchement NW - SE et indiquent des mouvements relatifs dans le même sens. Un réseau géodésique spécial pour la surveillance des mouvements horizontaux est implanté dans la partie la plus active de la zone séismogène. Les résultats des reprises consécutives en 1986,9; 1987,4 et 1987,9 confirment la tendance du chevauchement NW-SE avec coulissage. Des mesures gravimétriques et magnétoétriques sont également effectuées sur tous les points d'observation.

ABSTRACT

In the Ech Chelif region geodetic studies have been done by C.R.A.A.G to survey the crustal deformations due to the seismicity of the area. The 1976,1981, 1985,7; 1986,9; 1987,4 et 1987,9 results of levelling indicate a tendency to overthrust NW - SE and show relative movements to the same direction. A special network to control horizontal movements has been installed on the most active part of the seismic area. The results of consecutive measurements 1986,9; 1987,4 and 1987,9 corroborate the tendency of overthrusting NW -SE with a slip-slide. Gravimetric and magnetometric measurements have been carried out on all the points of observation.

1. INTRODUCTION - La région d'Ech Chelif (ex El Asnam), Algérie du Nord est la zone la plus active dans la Méditerranée occidentale que marque l'affrontement des plaques d'Afrique et d'Europe (fig.1) où se sont produits plusieurs tremblements de terre de magnitude (M) supérieure à 5 (McKenzie, 1972; Gonzalo,

(*) Centre de Recherches Géologiques et Géodynamiques, Université d'Alger, Algérie
 Ηφιστική Βιβλιοθήκη "Γεόφρατος", Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. (C.R.A.A.G.)
 B.P. 99 Bouzaréah, Alger, Algérie

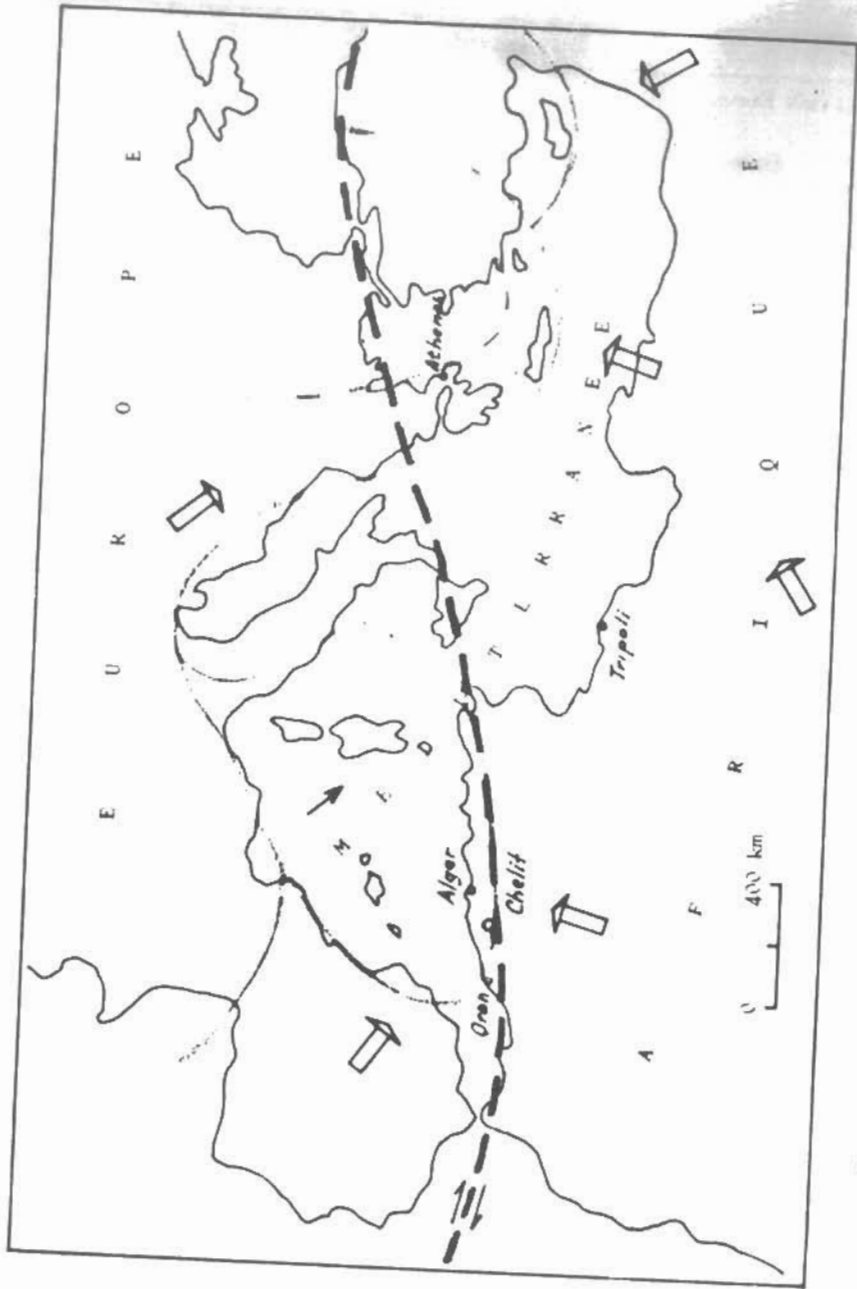


Figure 1. La tectonique des plaques de la région Méditerranéenne par Gonzalo Fayo.

1972; Benhallou et al., 1981).

Le séisme d'El Asnam du 10.10.1980 est l'un des plus importants et des mieux étudiés ayant affectés la zone sismogène. De très importantes manifestations de surface (faille, fracture, bourrelets, flexures,..) ont été observées principalement le long d'une zone de 40 km correspondant à la trace de la faille principale du chevauchement (fig.2) (Ouyed et al., 1980; Meghraoui et al., 1980; Ambraseys, 1981). Les observations de terrain indiquent des déplacements verticaux de 2,50m dans la zone centrale et un léger cisaillement sénestre, notamment dans la zone centrale et la zone sud-ouest de la faille principale (Ouyed et al., 1981; Meghraoui et al., 1981).

Après le séisme catastrophique de 1980, en Juin 1981 une première évaluation des mouvements verticaux et horizontaux par les méthodes géodésiques a été faite (Ruegg et al., 1981).

2. TRAVAUX GÉODÉSIOUES 1981 - Pour évaluer les déformations dans la région affectée, une équipe franco-algérienne a procédé à la reprise d'une partie du réseau géodésique d'Etat, installé au début du siècle par l'Administration française complété et remesuré en 1976 par l'Institut National algérien de Cartographie.

Pour l'évaluation des déformations verticales on a repris un cheminement de nivellement de 18 repères (dont 13 sur la voie ferrée Alger-Oran) du réseau du nivellement Général (fig.3). Par la méthode de nivellement trigonométrique les altitudes des différents points ont été déterminées avec la précision de 2 cm. D'importants déplacements verticaux de l'ordre de 5 m ont été enregistrés (fig.5A).

Les déformations horizontales ont été déterminées avec la reprise d'un réseau de 15 points (du réseau de triangulation d'Etat I^o et II^o ordre existant dans la région) par la méthode classique de triangulation. La comparaison des résultats obtenus en 1981 et 1976 met en évidence des déplacements horizontaux de l'ordre de 2 m et plus (fig.5).

Les déplacements horizontaux et verticaux relevés en Juin 1981 qui donnent la ca-

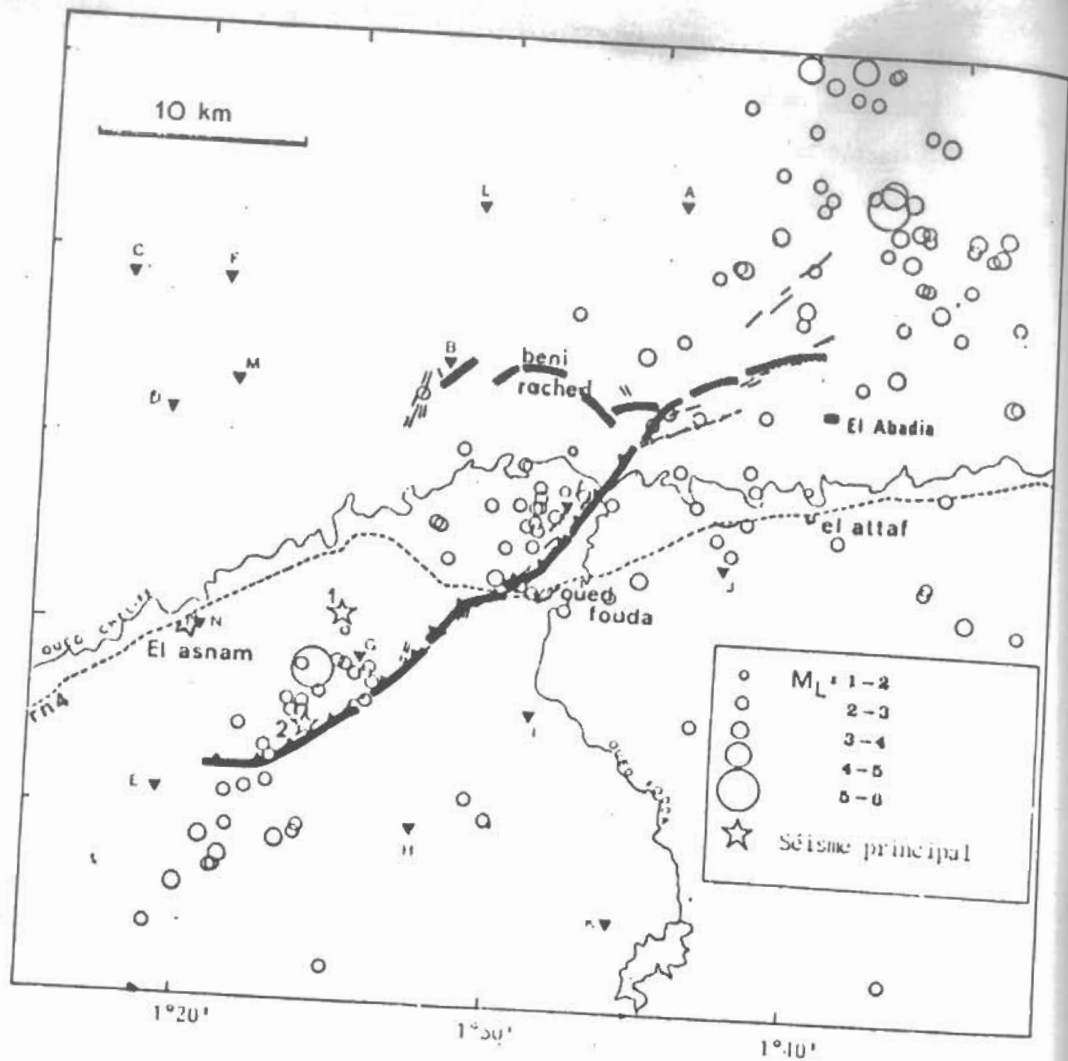


FIGURE 2.- Carte schématique de la région d'El Asnam montrant le choc principal et les répliques du séisme du 10 octobre 1980, ainsi que les ruptures de surface (d'après Ouyed et al. 1981). Les points géodésiques utilisés sont indiqués par des triangles pleins. Les différentes localisations du séisme principal sont également indiquées :
 1) localisation par Cisternas et al., (1982).
 2) localisation de Yielding et al. (1981).

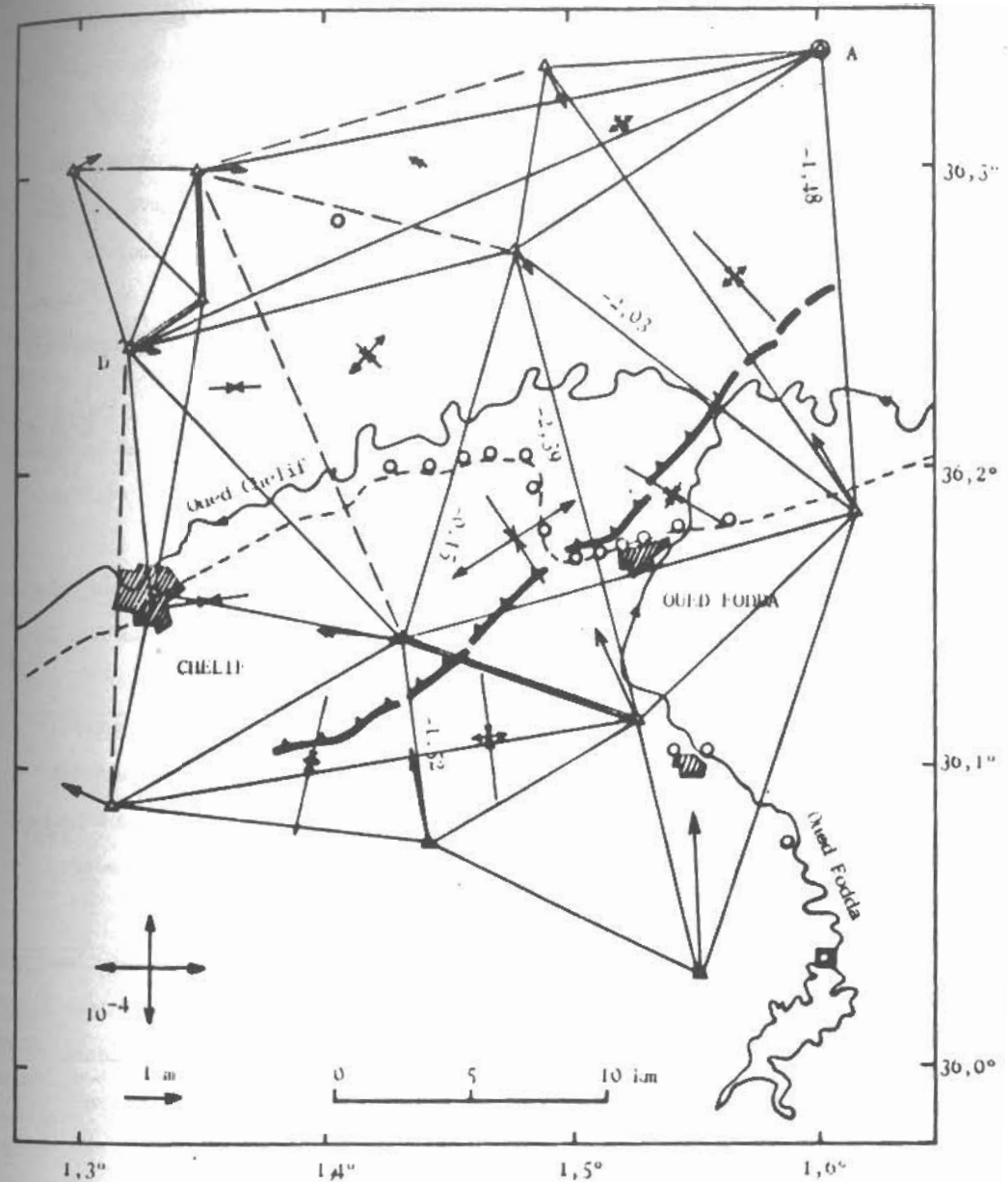


Figure 3. Carte schématique du réseau de surveillance utilisé pour l'évaluation des mouvements horizontaux et verticaux 1981.

caractéristique quantitative des déformations de l'écorce terrestre de la région à la suite du séisme du 10.10.1980, avaient été traités en détail par (Ruegg et al. 1982; King et Yielding, 1984; Yielding, 1985).

Pour étudier le mécanisme de la sismogénèse dans son contexte tectonique, le C.R.A.A.G a entrepris dans la région d'Elch Chelif des travaux géodésiques et géophysiques de surveillance (Dimitrov et al., 1987). Le programme de recherche et d'étude des mouvements de l'écorce terrestre comprend la surveillance des mouvements horizontaux et verticaux, ainsi que des études gravimétriques et magnéto-métrique répétées.

3. TRAVAUX GÉODÉSINIQUES 1985,7; 1986,9; 1987,4 ET 1987,9 - Conformément au programme des travaux géodésiques de recherche le C.R.A.A.G a procédé à la réalisation de:

3.1. RÉSEAU VERTICAL - Ce réseau a été construit sur la base de 13 anciens repères sur la voie ferrée Alger-Oran (Ruegg et al., 1982) et de 15 nouveaux sur la Route Nationale n°4 (RN4), implantés et déterminés en 1985,7 (fig.4). Ces 28 repères, formant un cheminement fermé, ont été repris en Décembre 1986. En avril 1987 un nouveau profil de 8 km, comprenant 10 repères a été implanté. Au total 38 repères forment la réseau vertical, qui traverse la faille principale à trois reprises, déterminant ainsi un champ d'observation d'une dizaine de kilomètres des deux côtés de la faille.

Les travaux de terrain ont eu lieu en avril-mai et novembre-décembre 1987. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un niveau NA 2 WILD, d'après la méthode du nivellement géométrique de III^e ordre. Les altitudes des différents points ont été déterminées avec la précision de 1,1 mm/km (1987,4) et de 1,2 mm/km (1987,9).

Les résultats des travaux géodésiques de nivellement 1986,9; 1987,4 et 1987,9, ainsi que leur comparaison avec les résultats obtenus en 1976; 1981 et 1985,7 sont présentés sur les schémas de fig.5, 6 et 7.

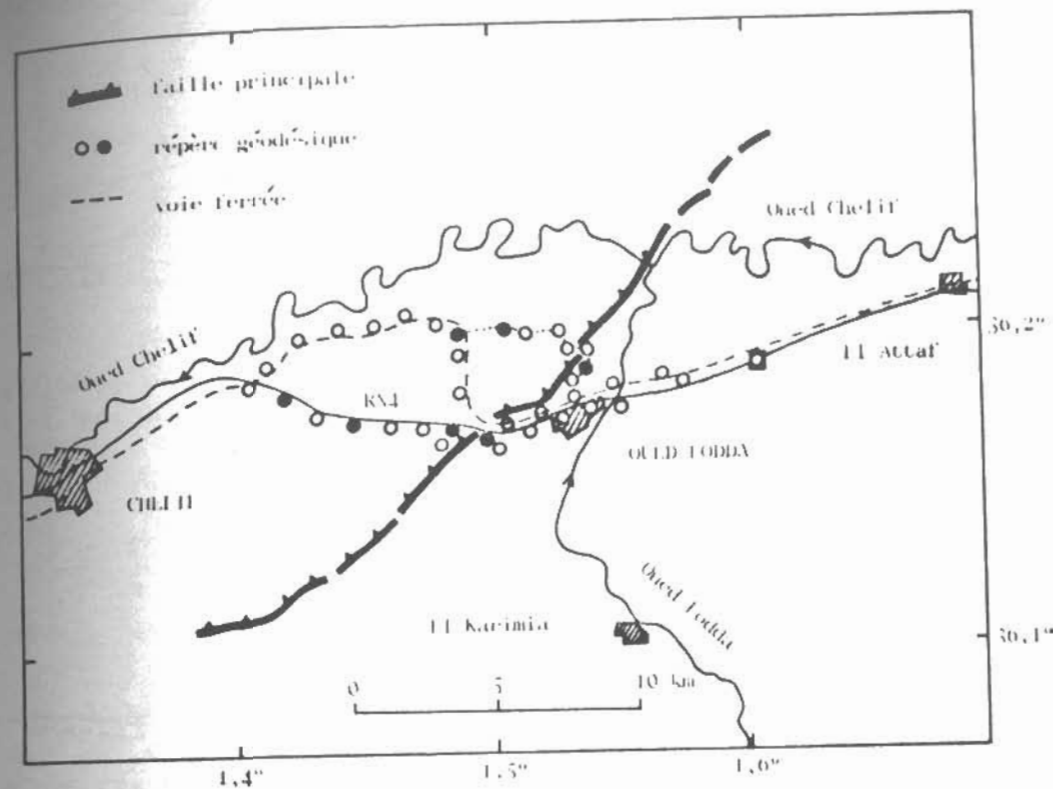


Figure 4. Carte schématique des repères et du cheminement de nivellement utilisés pour l'évaluation des mouvements verticaux.

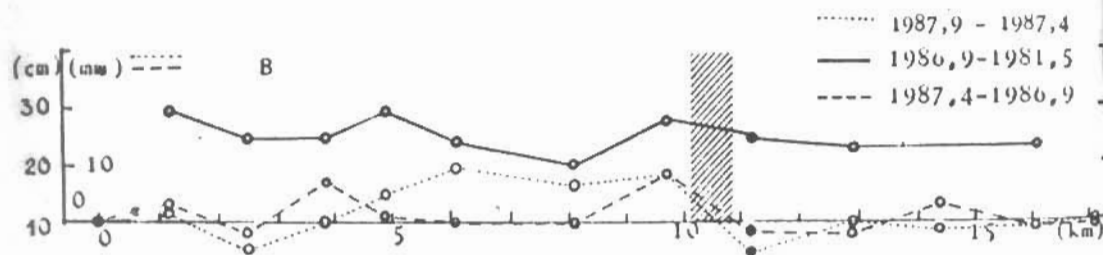
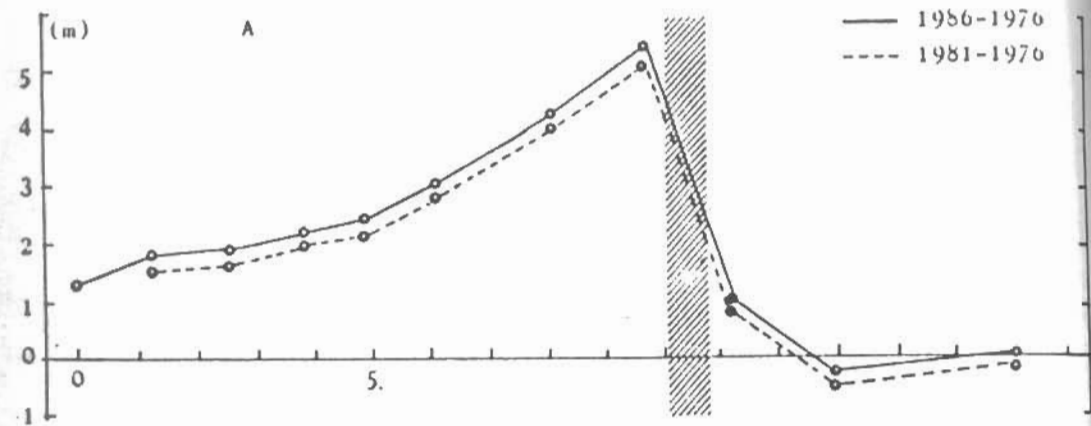
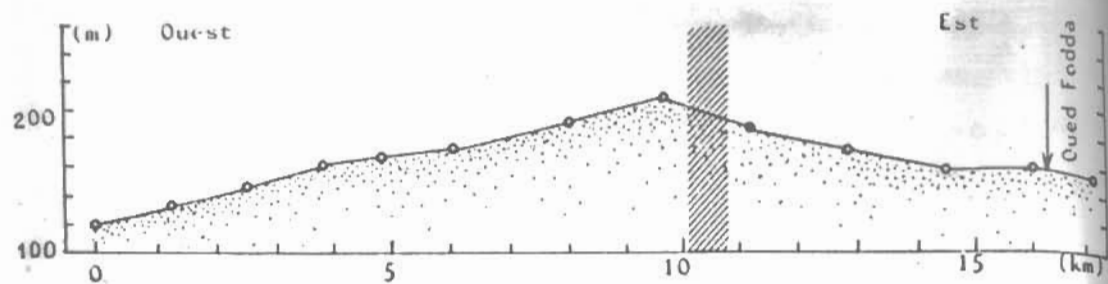


Figure 5. Profil du terrain et profils des mouvements verticaux relatifs au cheminement Nord (sur la voie ferrée Alger - Oran).

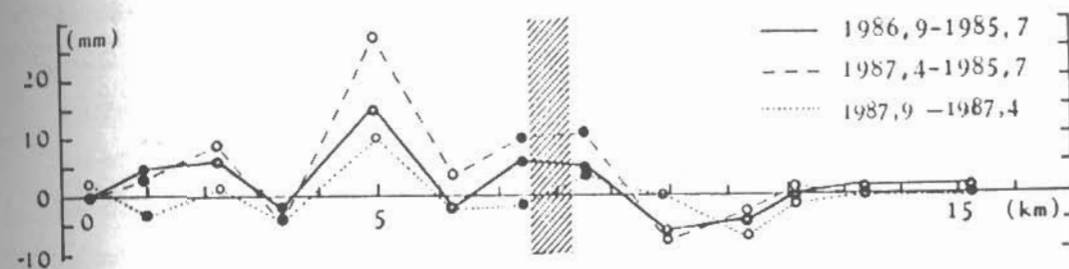
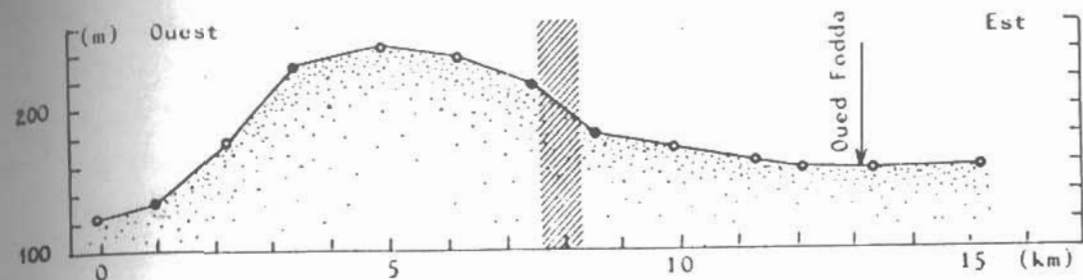


Figure 6. Profil du terrain et profils des mouvements verticaux relatifs au cheminement Sud (sur RN4).

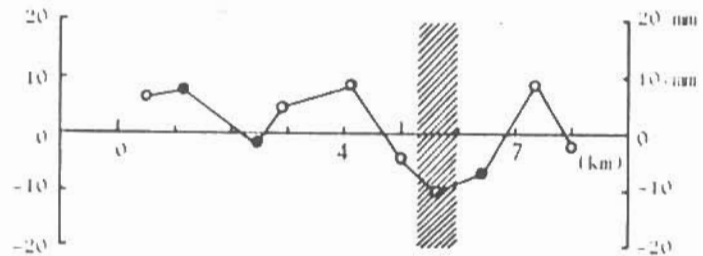
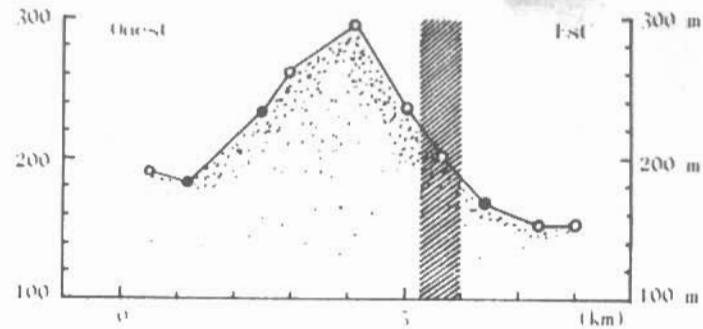


Figure 7. Profil du terrain et profils des mouvements verticaux relatifs au cheminement Nord.

3.2. REPRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS - Les résultats des travaux de nivellement mettent en évidence des déplacements verticaux relatifs dans la région. La comparaison des altitudes des repères, relevées respectivement en 1985 (1987) et 1976 - (fig.5A) confirme les déformations évaluées en Juin 1981 (Ruegg et al., 1982). L'écart systématique des deux profils est dû à la différence du niveau de référence et des méthodes géodésiques employées.

Les profils sur les fig.5B, 6 et 7 représentent les déformations de surface à la suite du séisme de 1980 et confirment la tendance du chevauchement NE - SE. Dans le compartiment ouest on note quelques zones à déformations d'intensité différente, tandis que la zone à l'Est de la faille reste relativement calme - une observation déjà signalée par différents auteurs (Ouyed et al., 1981; Ruegg et al., 1982; Yielding, 1985).

La corrélation entre les déplacements verticaux relevés et la topographie du terrain (fig.5, fig.6 et fig.7) montre que les points les plus élevés sur les profils (dans la zone Ouest) manifestent une tendance à l'élévation, confirmant ainsi le chevauchement NE - SE.

Sur les quatre profils des déplacements verticaux - (fig. 5A, 5B, 6 et 7) - la faille principale (la zone hachurée) est marquée chaque fois par le changement de la direction de la déformation.

3.3. RESEAU SPECIAL DE SURVEILLANCE - Un réseau géodésique spécial (fig.8) pour la surveillance des mouvements horizontaux dans la région a été implanté en Novembre 1965 (Dimitrov et al., 1987). Le réseau couvre la zone la plus active et la mieux étudiée (dans le contexte géologique et géotectonique) et s'appuie sur une partie relativement stable au Sud-est de la faille principale. Ce réseau comprend six points implantés de manière à former une "étoile", la figure la mieux déterminée conformément à la théorie du "tenseur moyen des déformations" (Koutchaï et Zaharov, 1984).

Les six points sont réalisés avec des buses en béton (1,10 m de hauteur $\mu\text{жcm}$)

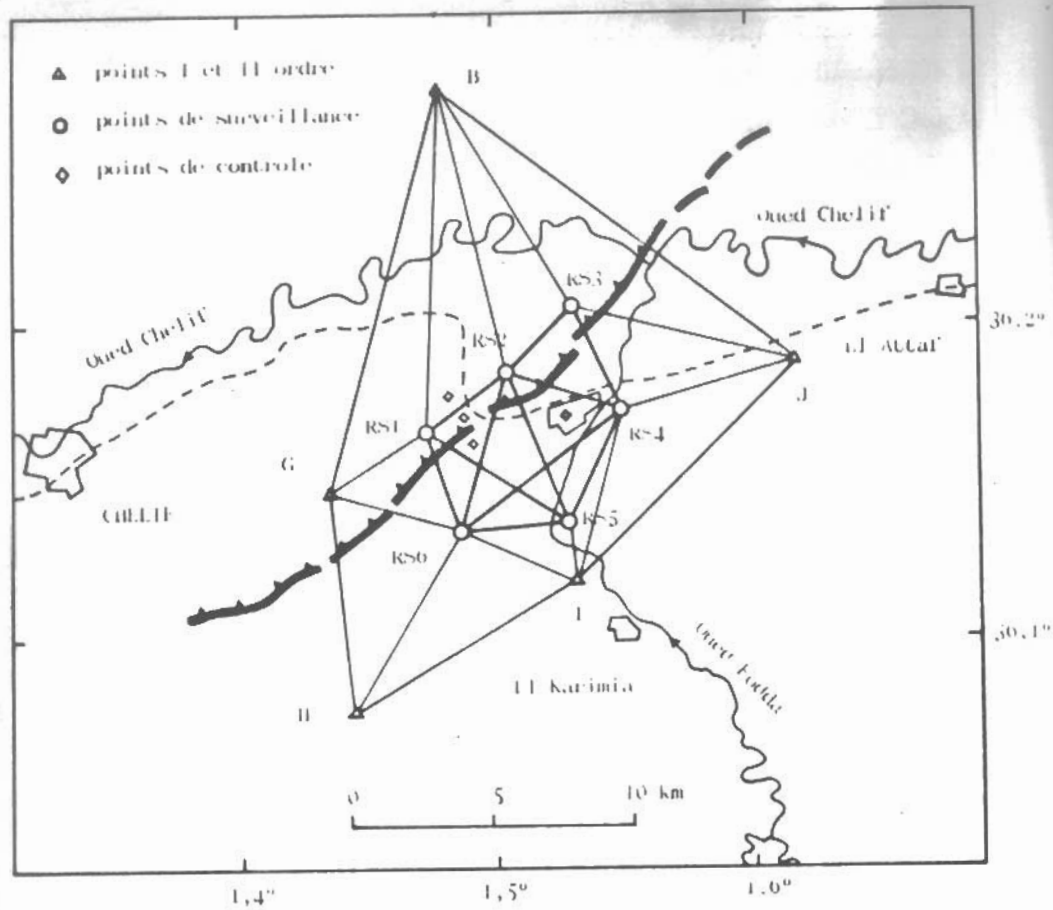


Figure 8. Carte schématique du réseau de surveillance pour l'observation des mouvements horizontaux.

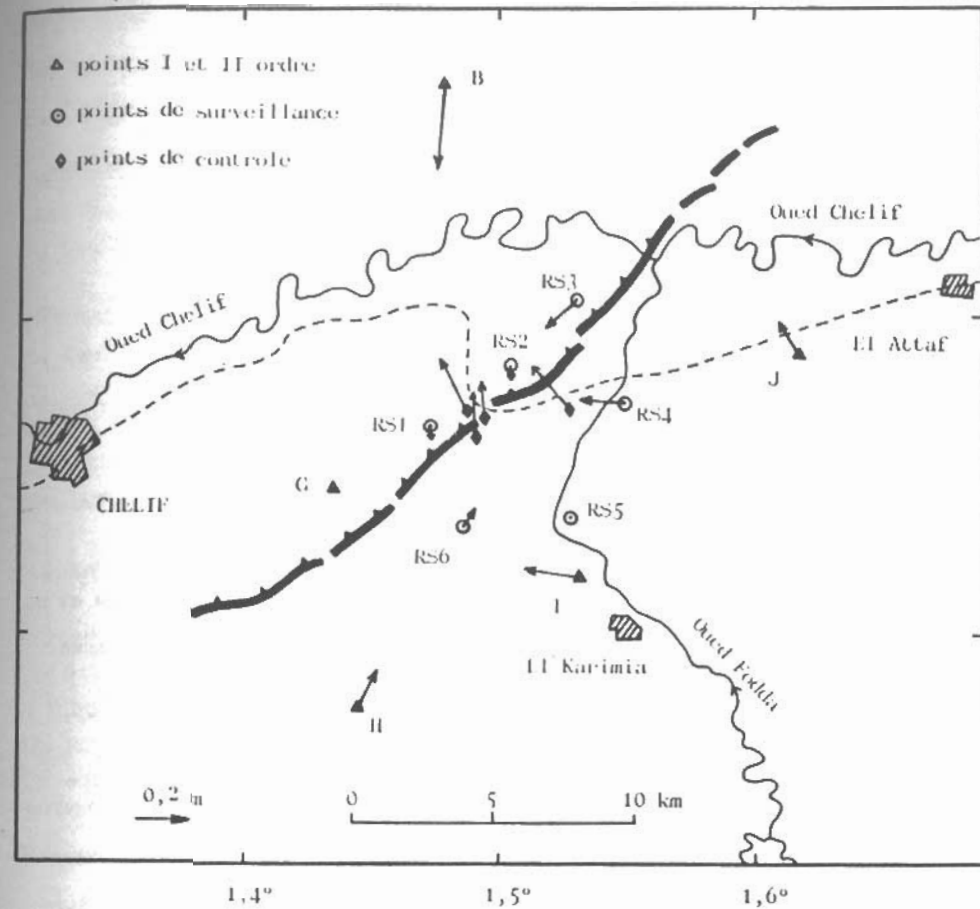


Figure 9. Schema montrant les vecteurs des déplacements par rapport au point RS5 et à la direction RS5-B, pour la période 1986,9 - 1987,9.

équipées chacune d'une "mise au point". La méthode d'observation employée est une combinaison de trilatération (mesure de distances avec AGA 600 et DI 20) et de triangulation (mesure d'angles au T3 WILD). La précision relative atteinte est 2 cm pour la détermination des coordonnées des points et 2^{cc} pour les angles. Le réseau de surveillance est rattaché au réseau vertical (3.1) au niveau des points 231 et 234.

Quatre points complémentaires (objets existants dans la zone observée) sont interceptés et aussi surveillés

Deux cycles de mesures par an sont programmés, ainsi qu'après chaque événement éventuel de Magnitude (M) supérieure à 5.

Les résultats des reprises consécutives de 1986,9; 1987,4 et 1987,9 confirment la tendance du chevauchement NW - SE avec coulissage. (Fig. 9)

Pour l'étude complexe de la région séismogène, des mesures gravimétriques et magnétométriques sont réalisées sur tous les points géodésiques de surveillance.

4. CONCLUSIONS - Les résultats de la surveillance géodésique continue (1985,7; 1986,9; 1987,4 et 1987,9) dans la région d'Ech Chelif mettent en évidence des mouvements relatifs de l'écorce terrestre dus à un mécanisme interne qui exerce de la pression en direction NW - SE, compatible avec la direction du chevauchement principal (NW - SE) observé. Les déplacements ainsi relevés peuvent être interprétés en terme de tectonique de plaque "classique" (McKenzie D., 1972).

L'implantation du réseau vertical et du réseau spécial de surveillance dans la zone active de la région séismogène d'Ech Chelif permettra par des observations géodésiques systématiques et en association avec d'autres méthodes géophysiques de surveillance, de déceler des mouvements récents de l'écorce terrestre de la région, et contribuera, par l'interprétation adéquate de ces derniers, à la prévision sismique à long terme.

REFERENCES:

1. AMBASEYS H., 1981, Actes sur le séisme d'El Asnam du 10.10.1980, Alger, 14-56
2. BENHALLOU H., HAMEG Z. et HADJOUCH O., 1981, Actes sur le séisme d'El Asnam du 10.10.1980, Alger, 69-76.
3. CISTERNAS A., DOREL J. and GAULON R., 1982, Bull. Seis. S. America, vol. 72 n°6, XII, 2245-2260.
4. DINITROV D., BENHALLOU H., KHALFOUH A. et LEBALI K., 1987, C. R. Acad. Sci. Paris, t. 305, Série II, 1365-1368.
5. GONZALO P., 1972, Geophys. J. R. Astr. Soc., 30, 85-99.
6. KING G. and YIELDING G., 1984, Geophys. J. R. Astr. Soc., 77, 915-933.
7. KOUTCHAI V. et ZAHAROV V., 1984, Géologie et géophysique, U.R.S.S., Moscou, (en russe).
8. MCKENZIE D., 1972, Geophys. J. R. Astr. Soc., 30, 109-202.
9. MEKHRAOUI H., PHILIP H., AISSAOUI D., ANDRIEUX S. et ARHJO R., 1981, Actes sur le séisme d'El Asnam du 10.10.1980, Alger, 293-308.
10. OUYED H. et HATZFELD D., 1981, Actes sur le séisme d'El Asnam du 10.10.1980, Alger, 359-366.
11. OUYED H., MEKHRAOUI H., ANFEROU-REBAZAC CH., BOURZEG S., CISTERNAS A., DOREL J., FRECHET J., FROCHIEUX H., HATZFELD D. et PHILIP H., 1980, C. R. Acad. Sci. de Paris, t. 291, 921-924.
12. ROTHE J.P., 1955, La Nature, Paris, 3237, 1-9.
13. ROTHE J.P., LEBRIER C. et TRUILLET R., 1977, Bull. Soc. France, (7), t. XIX, n°3, 641-644.
14. RUEGG J.C., KASSER H., TARAMONIA A., LEFINE J.C. and CHOUIKMAT B., 1982, Bull. Seis. S. America, Vol. 72, n°6, XII, 2227-2244.
15. YIELDING G., 1985, Geophys. J. R. Astr., 81, 641-670.