

**Note préliminaire sur le séisme du
26 Décembre 1989 en Méditerranée
au large de la Côte d'Azur**

- 5 Février 1990-

Au cours des fêtes de Fin d'Année 1989, la Côte d'Azur a connu une activité sismique intense, sans doute la plus importante depuis l'événement de magnitude 6.0 du 19 Juillet 1963 en mer Ligure. La secousse principale qui s'est produite le 26 Décembre 1989 au soir a été ressentie dans tout le département des Alpes - Maritimes, dans le Var, jusqu'à Toulon et très fortement dans la zone côtière. Elle a été également perçue dans certaines localités des Alpes de Haute-Provence. On ne relève aucun dégât matériel sérieux.

Grâce à la présence de nombreuses stations sismologiques dans le département des Alpes-Maritimes et en particulier, de celles qui sont reliées en permanence à la fois à l'Observatoire de la Côte d'Azur à Nice et à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, les coordonnées hypocentrales ont pu être calculées rapidement. Ce réseau est actuellement composé de 8 stations sismologiques installées successivement à : CALN sur le plateau de Caussole, MIVF au mont Vial, TOUF au mont du Tournairot, AURF à Aurière près de Lucéram, AUTN sur le sommet de l'Aution, SAOF à Saorges, CVF à Calvi en Corse, et enfin, REVF au Fort de la Revère près du Col d'Eze. Cette dernière station est équipée à la fois d'un sismographe à 3 composantes et d'une composante accélérométrique horizontale, (Fig.1). Elle sert également de station réceptrice et d'enregistrement. Une liaison radio numérique permet le transfert des données vers l'Observatoire de la Côte d'Azur pour une première interprétation . De même, l'ensemble des données de ce réseau est transféré de façon continue par ligne téléphonique à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg où une permanence est assurée.

Rappelons pour mémoire que ce séisme se produit dans les parages des événements du 1er Mai 1986 (M4.0) , du 4 Octobre 1985 (M4.3) et surtout de celui du 19 Juillet 1963 (M6.0) qui a été ressenti dans tout le Sud-Est de la France (Fig.2,3) . Il survient le lendemain de Noël , à l'heure où de nombreuses personnes se trouvent à l'intérieur de leur habitation. On trouve en figure 4, la sismicité instrumentale de la région sur une période de 10 ans, 1977-1986.

Dans de pareilles circonstances, le Bureau Central Sismologique Français (BCSF) procède à une enquête macrosismique afin de définir les conséquences du séisme sur les structures et sur la façon dont il a été perçu par la population.

La présente note fait le bilan préliminaire des résultats obtenus à partir de l'enquête macrosismique et des données instrumentales. Elle place le séisme dans le contexte géologique des Alpes du Sud.

ENQUETE MACROSISMIQUE

CONDITIONS DE L'ENQUETE :

L'enquête macrosismique a été menée par le BCSF de trois manières différentes :

1) par l'intermédiaire des Services Interministériels de Défense et de la Protection Civile (SIDPC) des Départements des Alpes-Maritimes, du Var et des Alpes de Haute-Provence qui ont fait diffuser les questionnaires d'enquêtes auprès des Mairies, des Gendarmeries, et des Casernes de Sapeurs Pompiers. Les SIDPC rassemblent les formulaires remplis et les transmettent au BCSF pour exploitation.

2) Par appel à témoignages : à la demande du BCSF par voie de presse (Nice Matin et Var Matin République) et par FR 3 régionale.

3) Une enquête complémentaire a été conduite sur place par le BCSF pendant la semaine du 14 au 20 Janvier 1990 visant à préciser certains points particuliers comme : le bruit entendu au cours du séisme ou l'effet de sites.

Une demande a également été adressée à l'Istituto Nazionale di Geofisico de Rome (Italie) pour l'enquête sur le territoire italien.

PREMIERS RESULTATS DE L'ENQUETE

Les premières réponses ont été celles des particuliers. Le BCSF a reçu près de 150 lettres dans les trois semaines qui ont suivi le séisme. Elles ont apporté des témoignages souvent très détaillés sur les manifestations perceptibles individuellement. En revanche, les réponses aux questionnaires distribués par les

SIDPC sont plus précis et reflètent en général une situation globale. Les témoignages apportés par les lettres sont très divers :

- **Nature des ondes ressenties** : “ j’ai senti mon fauteuil se soulever “, “ nous nous mêmes à bouger latéralement “ . En général, les vibrations ressenties sont légères et se caractérisent par un tangage de 3 à 4 secondes;

- **Comparaison avec d’autres séismes** : Dans le cas présent, la plupart des lettres ont été écrites par des personnes d’un certain âge, qui ont le souvenir du séisme du 19 Juillet 1963 : “ il fut moins violent que le précédent qui sema la panique “. Les lettres reçues ont montré que seulement une très faible partie de la population a été effrayée, et ceci souvent par peur de l’occurrence d’une autre secousse plus grave;

- **Objets** : dans l’ensemble, les remarques sur les objets concernent surtout le tintement de vaiselles, les oscillations de lustres, les vibrations des vitres ou le léger déplacement de fauteuil ou de meuble TV;

- **Dégâts** : à part quelques exceptions, il n’a pas été fait mention de dégâts matériels sérieux;

- **Animaux** : il a été relevé quelques témoignages sur la nervosité des chiens et des chats lors du séisme;

- **Bruits** : dans plus de 60% des lettres, des bruits autres que le craquement des meubles ont été signalés. Ces bruits sont de différentes natures :

. bruit de forte explosion ou de détonation remarqué sur le littoral principalement à Cannes, Cagnes sur Mer , Nice et Menton;

. bruit de grondement sourd, à la fois sur le littoral et dans l’arrière pays; dans le Var jusqu’à Toulon

. bruit de rafale de vent, de bourrasque ou de roulement lointain à des distance éloignées de la zone épicerale

En général, ces bruits précèdent ou accompagnent les vibrations ressenties. Seulement quatre lettres mentionnent un bruit après les vibrations.

- **Questions** : une question qui revient très souvent dans ces lettres, concerne le comportement à adopter en cas de secousse sismique.

Le dépouillement des questionnaires qui nous sont revenus ainsi que l'enquête de terrain par G.Herquel de l'IPG de Strasbourg ont permis de dégager les points suivants :

Dans la zone côtière, allant de Cannes à Menton en passant par Cagnes sur Mer, Nice, Eze, St Laurent d'Eze, Beaulieu, Cap d'Ail, Beausoleil, Roquebrune , le séisme a été fortement ressenti et souvent précédé d'un fort grondement souterrain.

Dans l'arrière-pays niçois, de Nice jusqu'à St Martin Vésubie en passant par Drap, l'Escarène, Col de Braus, Sospel, Moulinet, Col de Turini, La bollène-Vésubie, Roquebillière, Lantosque, Belvédère, St Julien de Roquebillière, Breil sur Roya, la secousse a été ressentie surtout dans les vallées. Généralement, un bruit sourd précède la vibration qui fait bouger le lit ou le canapé, les boules du sapin de Noël ou la vaisselle. Les personnes debout n'ont souvent rien ressenti alors que dans la pièce à côté, une personne assise ou couchée a pu percevoir les vibrations. Le phénomène dure environ 3-4 secondes.

Il a été surtout ressenti dans les maisons ou petits immeubles proches des rivières. A la gendarmerie de l'Escarène qui est située sur les hauteurs du village sur un affeulement rocheux, rien n'a été remarqué. A St Martin-Vésubie, dans une pharmacie qui a des fondations dans le lit de la rivière, on a eu du mal à ouvrir la porte le lendemain.

Dans la région qui se trouve entre Brignoles, Toulon et Fréjus (repères pris sur Brignoles, Flassans sur Issole, Pujet-Ville, Toulon, Hyères, Giens, Bormes les Mimosas, Le Lavandou, Rayol, St Tropez, Ste Maxime, La Garde Freinet et Pierrefeu du Var) le séisme a été ressenti presque exclusivement dans les étages supérieurs des immeubles ou dans des maisons construites sur des sols meubles, sous la forme de légères vibrations accompagnées ou non de bruits. Sur la presqu'île de Gien, dans des villas au bord de mer, rien n'a été noté.

INTENSITES

Le foyer sismique étant en mer, à une vingtaine de kilomètres de la côte, l'intensité à l'épicentre ne peut être connue.

L'intensité **V** ou plutôt **IV-V** a été atteinte sur la côte, à Cannes, Cagnes sur Mer, Nice, le Cap d'Ail, et Menton et, en certaines localités de l'arrière pays, le long de la vallée du Var ou de celle de la Roya jusqu'à Tende.

L'intensité **IV** a été relevée en certains points de la Moyenne Corniche comme Eze, Beausoleil, Roquebrune et dans un grand nombre de localités de l'arrière pays de Nice.

L'intensité **III** a été observée dans le Nord et l'Ouest du département des Alpes-Maritimes, dans le département du Var, elle est surtout remarquée dans l'Estérel, à Lorgues, Draguignan, Les Arcs, Le Muy..

Enfin, l'intensité **II** concerne la partie occidentale du département du Var où le séisme a été ressenti essentiellement dans des habitations à grande hauteur et sur les étages supérieurs. Le département des Alpes de Haute-Provence n'est que partiellement affecté, avec une intensité **II**.

Il est à noter qu'au Cap d'Ail, où l'intensité **IV-V** a été atteinte, tandis qu'à Monaco, l'intensité n'a pas dépassé le degré **III** .

L'enquête in-situ effectuée par G. Herquel a révélé certains effets de site qui peuvent être importants entre les vallées et les montagnes. En particulier, le séisme, fortement ressenti à Sospel (**IV**) situé dans la vallée de la Bevera, ne l'est pas au col de Braus tout voisin. De même, le séisme est presque imperceptible à la Roquette sur Var qui est situé sur un éperon rocheux surplombant le Var alors qu'en contrebas dans la vallée, il a été fortement ressenti à St Martin et à Carros.

La figure 5 représente l'esquisse de la carte macrosismique. Le dépouillement complet de tous les questionnaires distribués par les SIDPC permettra de préciser les détails de la carte.

DONNEES INSTRUMENTALES

DETERMINATION EPICENTRALE

Les paramètres de l'hypocentre sont :

Calcul avec les données proches
(réseau des Alpes-Maritimes)

Calcul avec données proches et
données lointaines jusqu'à 600 km

Latitude : 43.55 ° Nord

43.52 ° Nord

Longitude : 7.55 ° Est

7.46 ° Est

Profondeur : superficielle

superficielle

Heure Origine : 19h59mn58.96s TUC

19h59mn59.57s TUC

Magnitude : 4.3

Les épicentres calculés coïncident avec l'isobathe 2000 m et se trouvent à environ 20 km des côtes. Pendant la semaine qui suit le séisme principal, le réseau sismologique local a enregistré une séquence de répliques

Date	Heure (TUC)	Magnitude
26.12.89	20:35	1.0
	20:36	1.0
27.12.89	00:21	1.0
	02:00	1.0
	03:43	1.0
	03:48	1.7
	07:33	1.2
	09:18	1.0
	11:29	2.8
	14:31	1.6
28.12.89	15:03	1.2
	02:02	1.0
29.12.89	05:02	2.0
	10:18	1.0

Toutes ces répliques n'ont pas été ressenties par la population.

MECANISME FOCAL

La solution nodale présentée sur la figure 6 est obtenue à partir des polarités des ondes Pg et Pn observées sur les stations sismologiques des réseaux : Alpes Maritimes, Provence, Ligurie et Piémont (Gênes), Confédération Helvétique, Laboratoire de Détection et de Géophysique du CEA. Elle se caractérise par un mouvement de faille inverse avec une compression horizontale SE-NW ; (en projection stéréographique de Schmidt de l'hémisphère inférieure). Nous rappelons pour mémoire les solutions nodales obtenues par M .Bossolasco et al (1972) pour les deux principales secousses de Juillet 1963 en mer Ligure.

DONNEE ACCELEROMETRIQUE

La figure 7 représente la première et pour l'instant, la seule donnée accélérométrique obtenue dans le département des Alpes-Maritimes lors d'un séisme. Il s'agit de la composante horizontale NS d'un capteur très peu sensible installé au Fort de la Revère (Eze).

Cet enregistrement indique que l'accélération maximale (amplitude crête-crête) est au moins égale à 4/1000 è de l'accélération de la pesanteur (0.004 g). Cette valeur est compatible avec l'intensité **IV** observée à Eze.

CADRES GEOLOGIQUE ET TECTONIQUE

De par sa localisation, le séisme semble se situer dans le domaine de l'Arc de Nice qui est le plus méridional des chaînons subalpins. Il résulte du glissement vers le Sud des terrains sédimentaires secondaires et tertiaires qui formaient la couverture du socle de l'Argentera-Mercantour. Les argiles et évaporites du Trias supérieur jouent le rôle de niveau de décollement (Gèze, 1963). La couverture alloctone, plissée et écaillée, vient s'amortir au niveau du littoral niçois. Elle est guidée de part et d'autre de l'Arc par deux accidents majeurs (Bullard et al, 1975).

A l'Est, le réseau de décrochement senestre Breil-Sospel-Monaco, orienté NNE-SSW. D'un point de vue cinématique, il s'agit clairement d'une rampe crustale, guidant non seulement le mouvement de la couverture mais également celui du socle vers le Sud. Ce réseau d'accidents a joué au Miocène et postérieurement, (Ritz, thèse en cours). La crise sismique de la basse vallée de la Roya en 1983 indique qu'il s'agirait d'une faille sismique (Hoang-Trong et al, 1987).

A l'Ouest, l'Arc est limité dans sa partie septentrionale par l'accident Vésubie-Mont Férion orienté NNE-SSW. Il s'agit d'une ancienne structure, vraisemblablement héritée de failles tardi - hercyniennes (tout comme l'accident Breil-Sospel-Monaco d'ailleurs) ayant joué un rôle important lors de la structuration du Bassin Alpin dans sa partie méridionale, notamment pendant le Crétacé inférieur. Dans sa partie méridionale, l'Arc est limité par l'accident St Blaise-Aspremont de direction N-S dont le jeu Pliocène à Post Pliocène a clairement été mis en évidence (Camprodon et al, 1977; Ritz, 1986)

Trois phases tectoniques sont classiquement reconnues (Camprodon, 1972; Perez, 1975). Une phase de préstructuration fini-Crétacé Eocène inférieur dont l'ampleur est discutée. Une phase compressive à l'Oligo-Aquitainien formant des structures orientées NW-SE tels que l'anticlinal du Cap Martin ou encore le synclinal de Menton. Enfin, une phase compressive Miocène Supérieur-Pliocène correspondant à la mise en place à proprement parlé de l'Arc de Nice vers le Sud.

L'étude des paléochamps de contraintes par l'analyse microtectonique ont permis d'établir l'existence des deux derniers épisodes tectoniques, avec pour le dernier une disposition en " éventail " du champ de contrainte à l'intérieur de l'Arc de Nice (Ritz, 1986; Rebal, 1988) .

La tectonique Quaternaire et actuelle de la région est directement issue de ce dernier dispositif. Il y a continuité du point de vue géodynamique depuis la dernière phase tectonique dite Pontienne (Labaume et al, 1989; Ritz, thèse en cours) .

Le séisme du 26 Décembre 1989, localisé à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est de Monaco, pourrait correspondre au rejeu en faille inverse d'anciennes failles normales orientées NE-SW , nées à l'Oligocène supérieur, lors de l'ouverture

du Bassin Liguro- Provençal (Réhault, 1981) . Similaire du point de vue mécanisme aux deux séismes de 1963 (Bossolasco et al, 1972), situés un peu plus au SW (Fig. 2), il confirme l'existence d'un champ de contrainte compressif orienté NW-SE, dévié par rapport au champ de contrainte globalement orienté N-S dans les Alpes du Sud (cf Carte des trajectoires de contrainte de 1 en France , Rebai et Philip, 1990).

PREMIERES CONCLUSIONS

1) Le séisme du 26 Décembre 1989 en Méditerranée, bien qu'ayant impressionné la population de la Côte d'Azur, n'a pas de conséquence, ni sur les êtres humains ni sur les structures. Il rappelle cependant, que le Sud-Est de la France est une des régions sismiques du pays.

2) L'enquête macrosismique montre clairement l'effet des sites dans la façon dont le séisme a été perçu. Ceci veut dire que les études de microzonage basées sur les enquêtes macrosismiques devraient prendre une place importante pour l'application des normes de construction antisismique.

Les bruits engendrés par ce séisme, de magnitude somme toute modeste, ont été entendus particulièrement loin , jusqu'à 100-120 km de la région épiscopale.

L'intensité macrosismique maximale observée sur terre, a atteint le degré **V**. Tenant compte de l'atténuation de l'onde avec la distance, l'intensité à l'épicentre pourrait être de **VI**.

L'accélération mesurée au Fort de la Revère (0.004 g) est tout à fait cohérente avec l'intensité **IV** observée à Eze.

La population s'interroge souvent sur le comportement qu'elle doit avoir pendant, avant et après un séisme. Il convient donc que les autorités publiques mettent au point un ensemble de mesures de bon sens, et qu'elles les diffusent largement.

3) Sur le plan tectonique, le séisme du 26 Décembre 1989 apporte des renseignements sur l'état actuel des contraintes prévu pour la région.

PARTICIPATION :

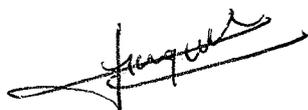
- Données instrumentales : Service de Surveillance Sismique,
Centre de Traitement de Données Sismologiques
Observatoire de la Côte d'Azur (M.Marin)

- Données Macrosismiques : BCSF
SIDPC Alpes-Maritimes
SIDPC Var
SIDPC Alpes de Haute-Provence
PARTICULIERS

- Données Tectoniques : USTL, Montpellier (H. Philip, J.F. Ritz)

Le fonctionnement et l'exploitation du réseau sismologique des Alpes-Maritimes sont assurés par l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg et l'Observatoire de la Côte d'Azur dans le cadre d'une Convention entre le Département des Alpes-Maritimes et l'Institut National des Sciences de l'Univers. L'envoi en continu des données à Strasbourg par liaison téléphonique numérique a pu être réalisé depuis Janvier 1988 grâce à une subvention particulière du Conseil Général des Alpes-Maritimes.

Strasbourg, le 5 Février 1990



G. Herquel
Assistant



Hoang-Trong Pho
Physicien, Secrétaire du BCSF

REFERENCES SOMMAIRES

Bossolasco M., Cicconi G., Eva C., Pasquale V., 1972, Bollettino dell'Associazione Geofisica Italiana (5/6) 229-247

Bullard P.F., Chamagne B., Dardeau G., Delteil J., Gioan P., Ivaldi J.P., Laval F., Perez J.L., Polvêche, J. 1975, B.S.G.F (17) 939-944

Camprodon R., 1972, Thèse Université de Nice, 539 p

Camprodon R., Franco M., Giannerini G., Gigot P., Irr F., Lanteaume M., Spini H., Tapoul J.P., 1977, B.S.G.F. (2) , 75-77

Gèze B., 1963, B.S.G.F., 289-300

Hoang-Trong P., Haessler H., Holl J.M., Legros Y., 1987, C.R.A.S. Paris, (304),319-324

Labaume P., Ritz J.F., Philip H., 1989, C.R.A.S., Paris, (308), 1553-1560

Perez J.L., 1975, Thèse, Université de Nice

Rebal S., 1988, Rapport DEA , USTL Montpellier , 88 p

Rebal S., Philip H., 1990 soumis

Rehault J.P., 1981, Thèse, Université de Paris VI

Ritz J.F., 1986, Rapport DEA, USTL Montpellier, 70 p

Ritz J.F., 1990, Thèse en achèvement

LEGENDES DES FIGURES

Fig. 1 : Réseau sismologique des Alpes-Maritimes

Fig. 2 : Situation des séismes majeurs en Méditerranée proches des Alpes-Maritimes

Fig. 3 : Sismicité instrumentale 1977-1986

Fig. 4 : Carte macrosismique du séisme du 19 Juillet 1963

Fig. 5 : Esquisse de la carte macrosismique du séisme du 26 Décembre 1989

Fig. 6 : Mécanismes au foyer , solutions nodales de l'événement récent et des secousses de 1963

Fig. 7 : Enregistrement accélérométrique obtenu au Fort de la Revère (Eze)

Fig. 8 : Modèle d'évolution des Alpes du Sud- Orientation des contraintes principales.

Fig. 9 : Carte des trajectoires des contraintes σ_1 actuelles

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE

BUREAU CENTRAL SISMOLOGIQUE FRANCAIS
Réseau National de Surveillance Sismique

5, Rue René Descartes
67084 STRASBOURG CEDEX, FRANCE

Tel. : 88 41 63 00 Tlx : 890 518 F Fax : 88 61 67 47

Réseau sismologique des Alpes-Maritimes

Station	Latitude D M S	Longitude D M S	Altitude Mètre
AURF AURIERE	43 53 14.4 N	7 19 39.0 E	1040
AUTN AUTION	43 59 43.8 N	7 25 39.0 E	2065
CALN CALERN	43 45 07.9 N	6 53 21.8 E	1430
MVIF MONT VIAL	43 53 46.8 N	7 09 09.0 E	1480
TOUF MT TOURNERET	44 00 48.6 N	7 14 53.9 E	1830
REVF REVERE	43 44 24.0 N	7 22 03.0 E	700
SAOF SAORGE	43 59 11.0 N	7 33 19.0 E	600
CVF CALVI	42 34 03.0 N	8 52 10.0 E	530

Sismographes verticaux
Période propre 2.0 s
Amortissement 0.7

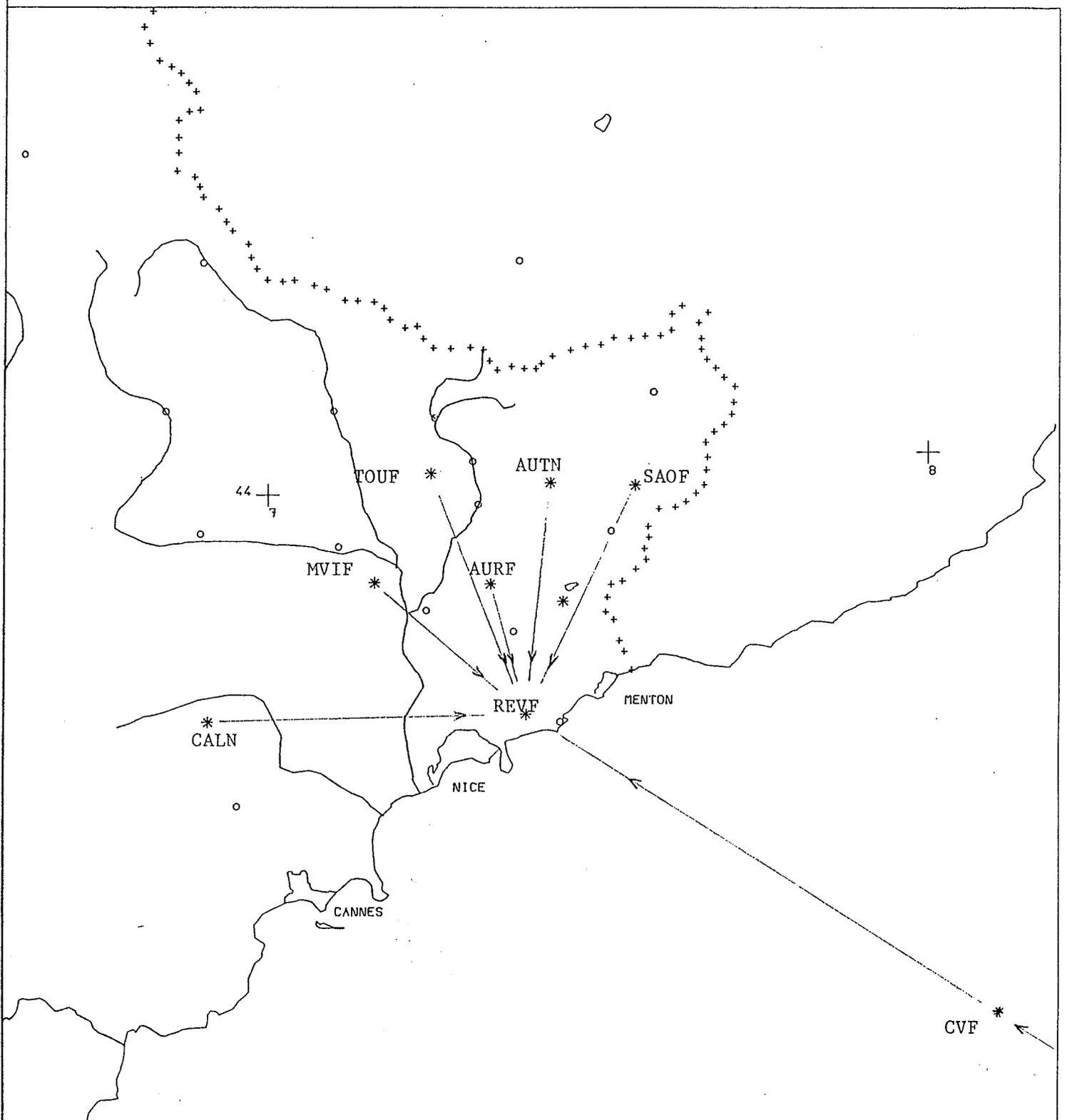


Fig.1

10 KM

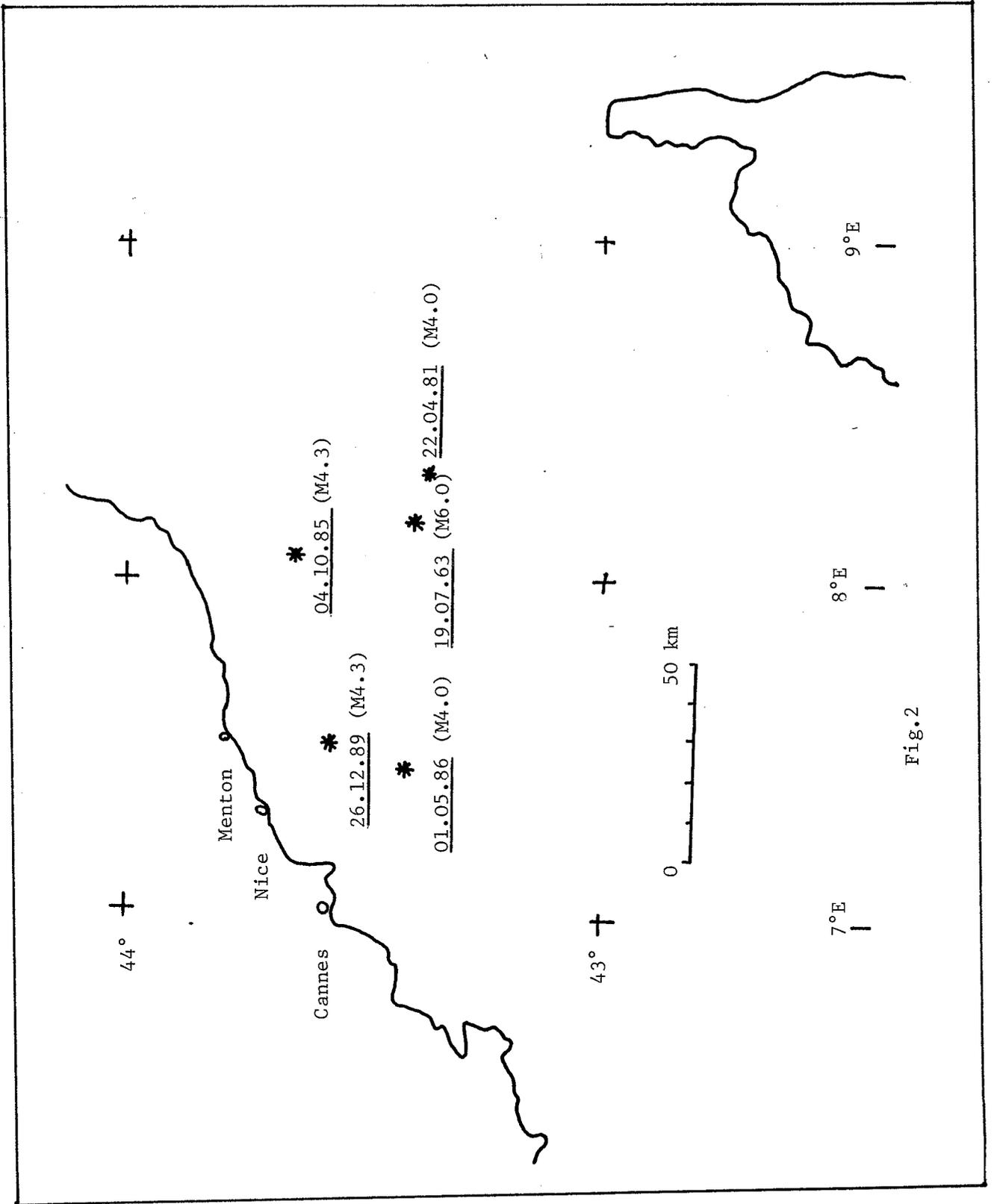


Fig.2

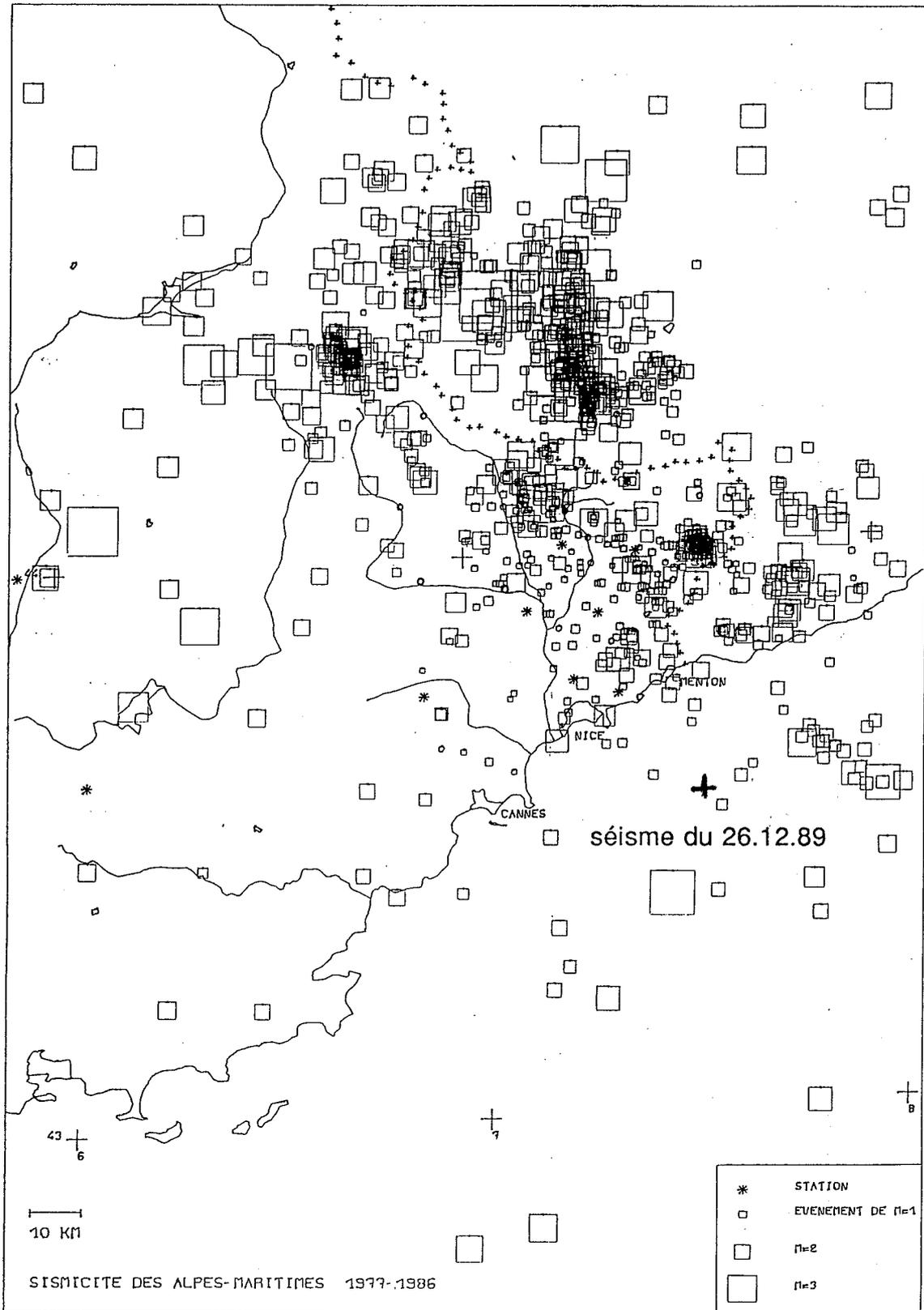
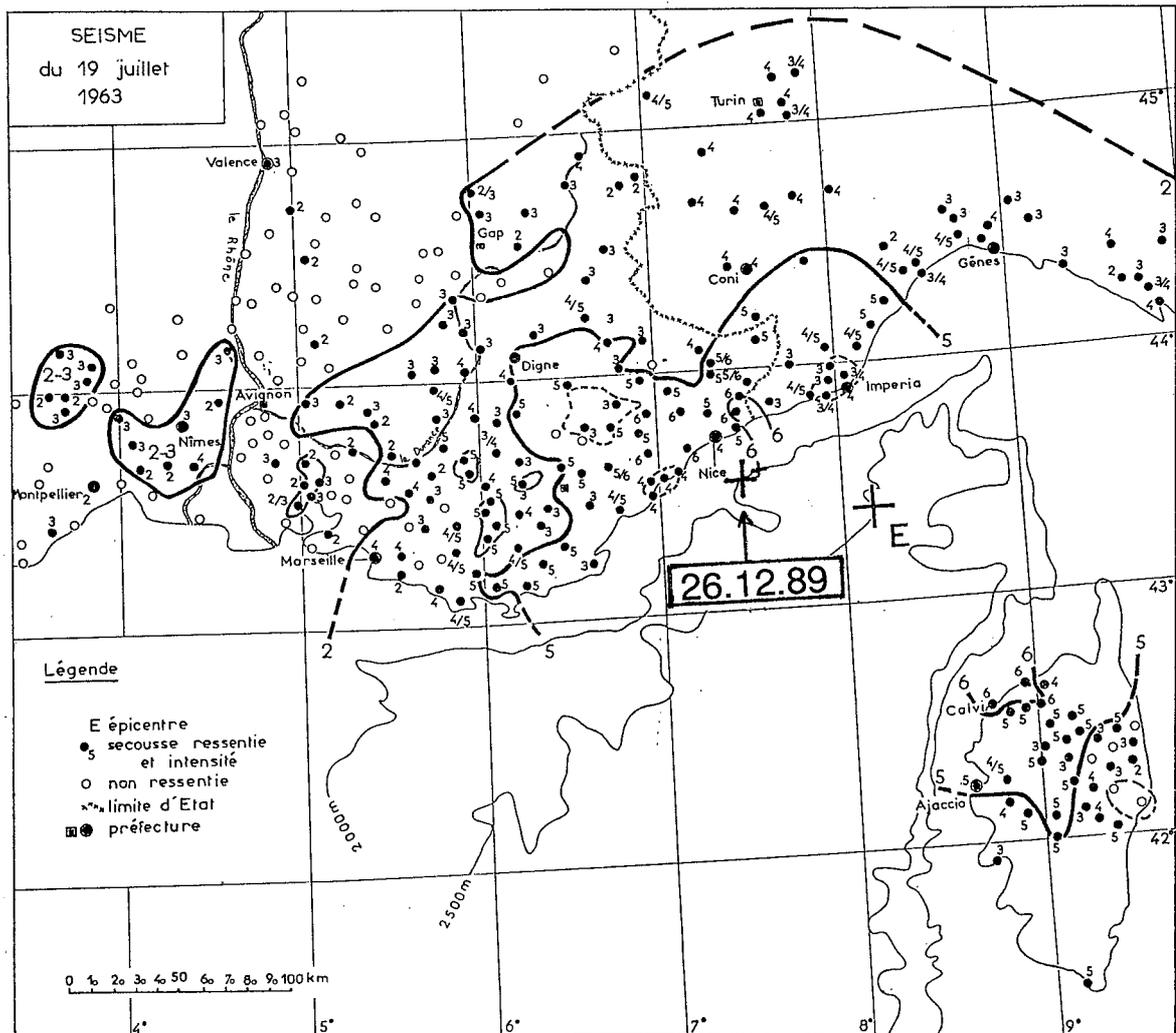


Fig.3



Carte macrosismique du séisme du 19 Juillet 1963 (document BCSF)
et situation du séisme du 26 Décembre 1989

Fig.4

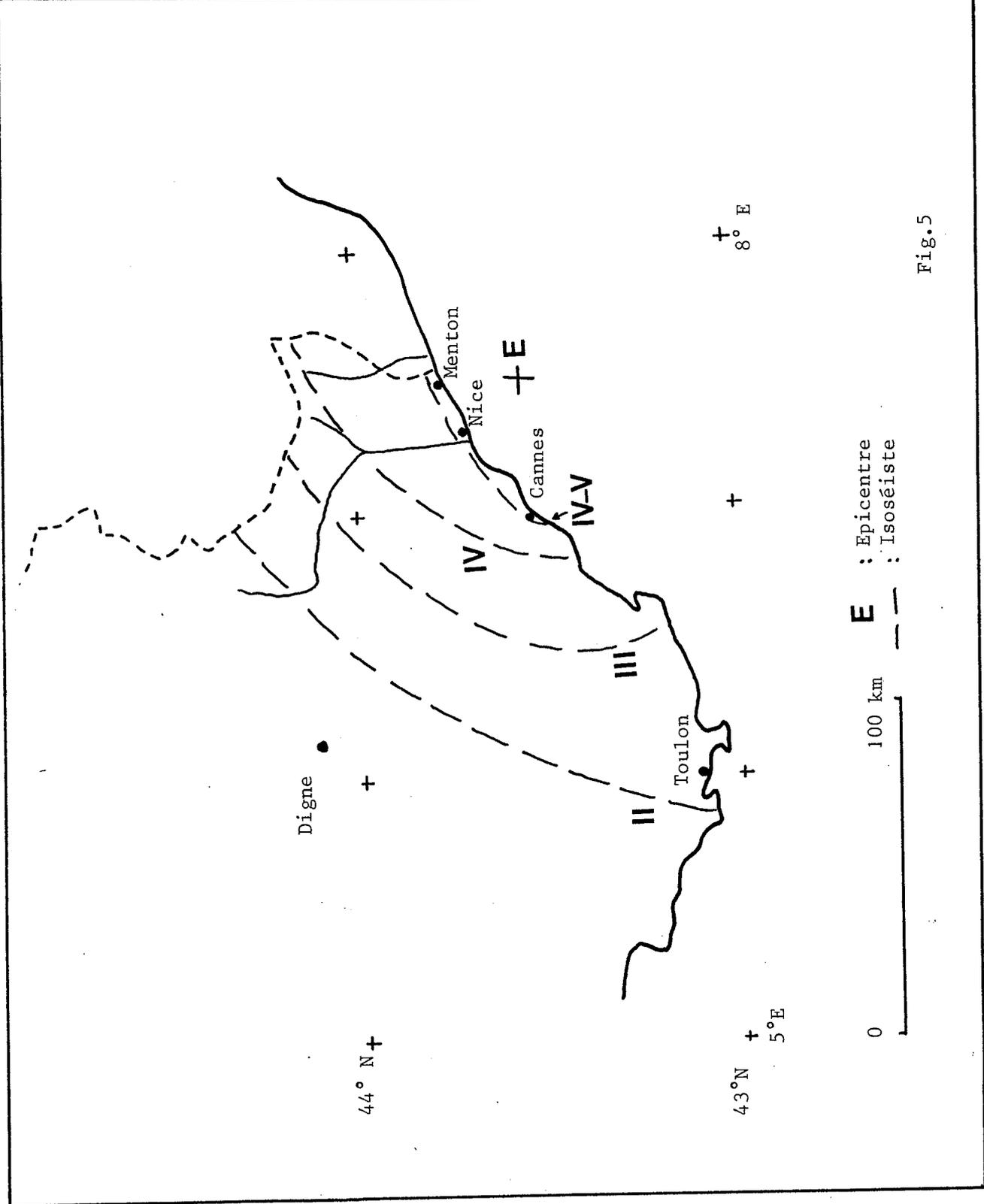
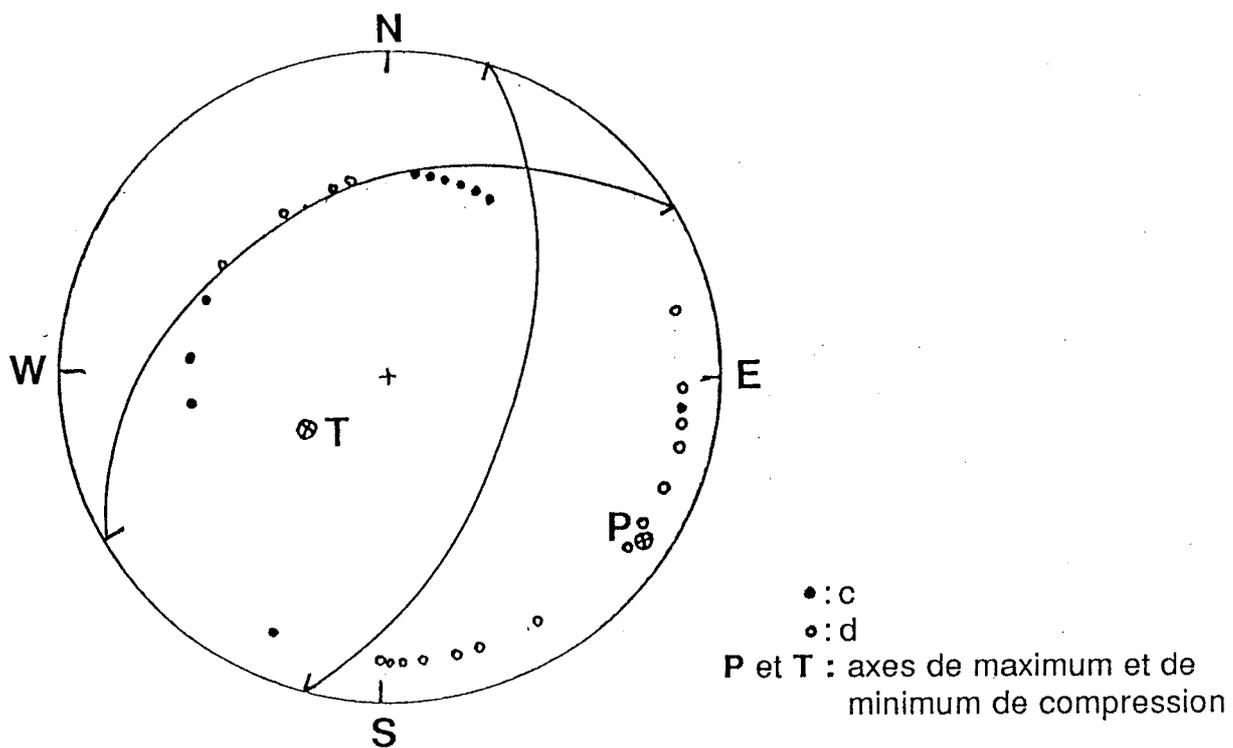


Fig.5

Solution Nodale préliminaire : séisme du 26.12.89



Solution Nodale des séismes du 19.07.63 (M.Bossolasco et al, 1972)

19.07.63 05h45
 43.15 N ; 8.10 E

Magnitude: 6.0

19.07.63 05h46
 43.30 N ; 8.10 E

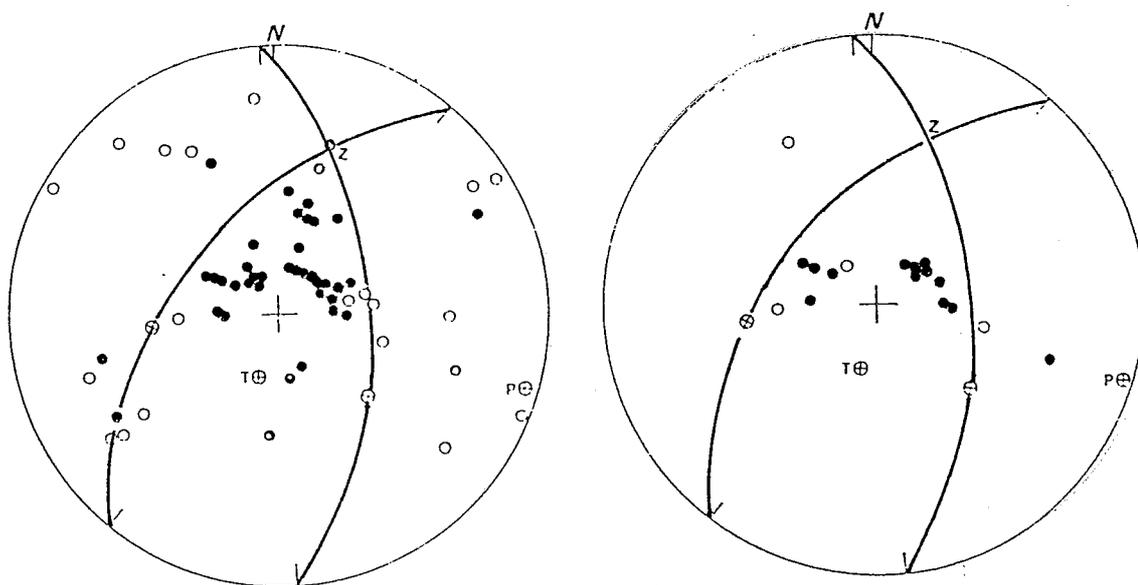
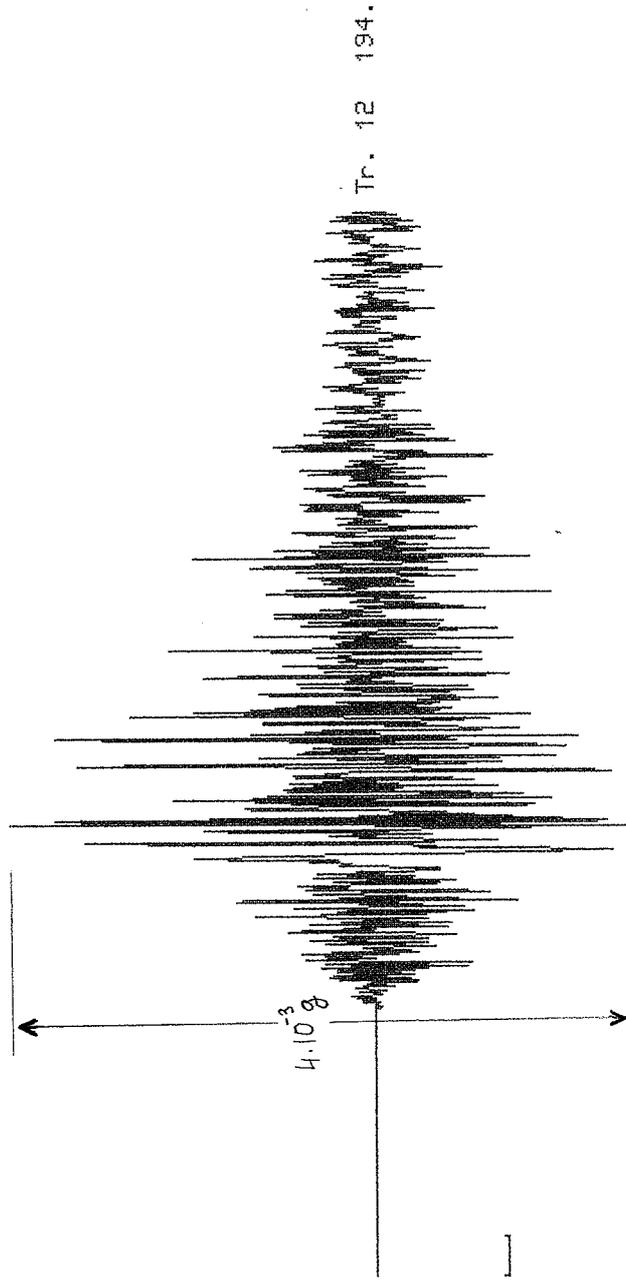


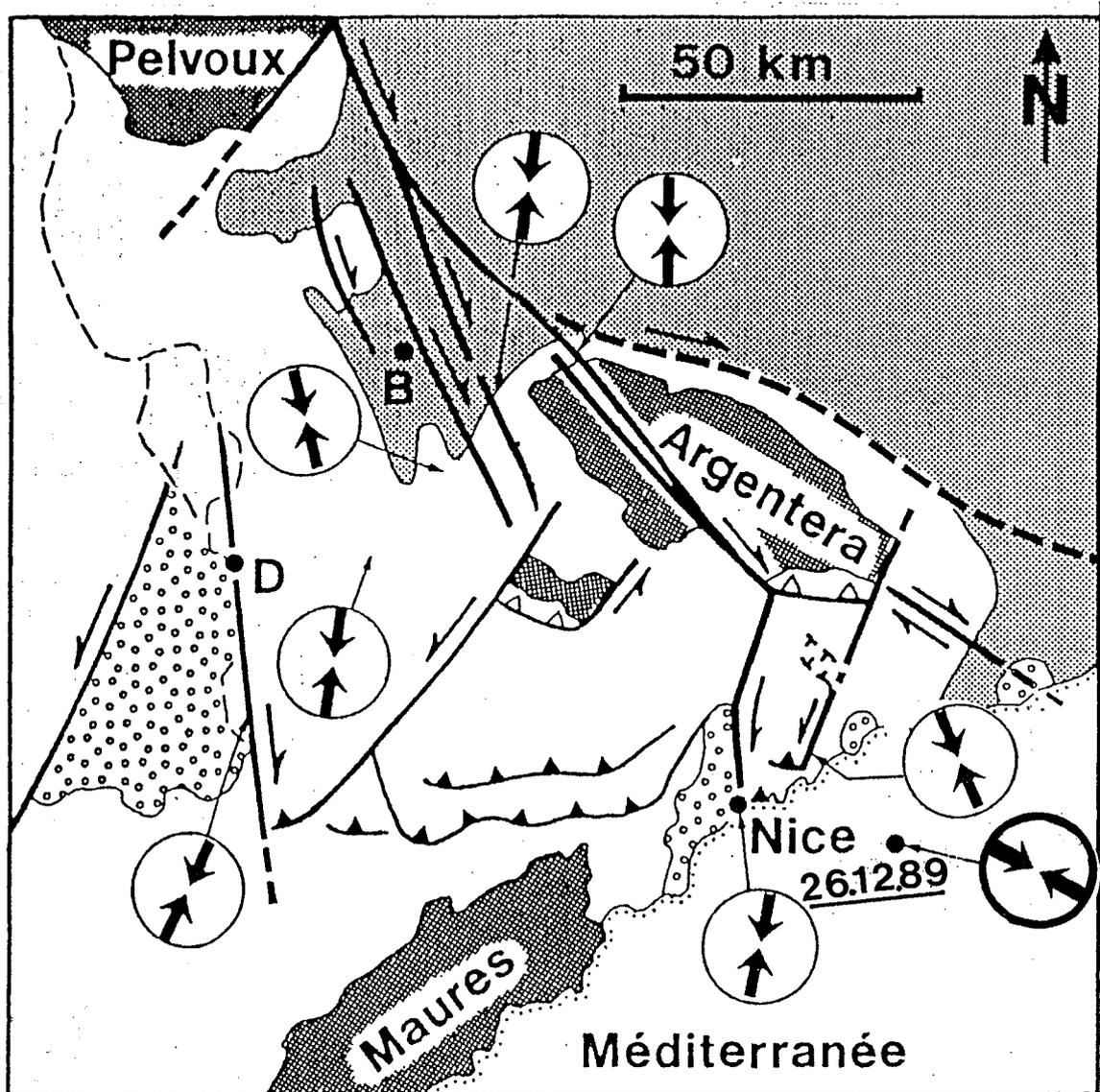
Fig.6



SEISME DU 26 DECEMBRE 1989

Accélérogramme NS obtenu au Fort de la Revère:
L'amplitude crête-crête est égale à 0.004 g

Fig.7



Quaternaire

Modèle d'évolution des Alpes sud-occidentales externes avec sélection des stations microtectoniques représentatives (d'après P.Labaume, J.F.Ritz et H.Philip, 1989)



: Projection de l'axe de maximum de compression sur le plan horizontal (par analyse microtectonique)



: Projection de l'axe P déduite du mécanisme focal du séisme du 26.12.89

Fig.8

CARTE DES TRAJECTOIRES DE CONTRAINTE ACTUELLES
(Contrainte horizontale maximum)

interpolées à partir des mesures de contrainte
in situ, des mécanismes au foyer des séismes
et des mesures microtectoniques.

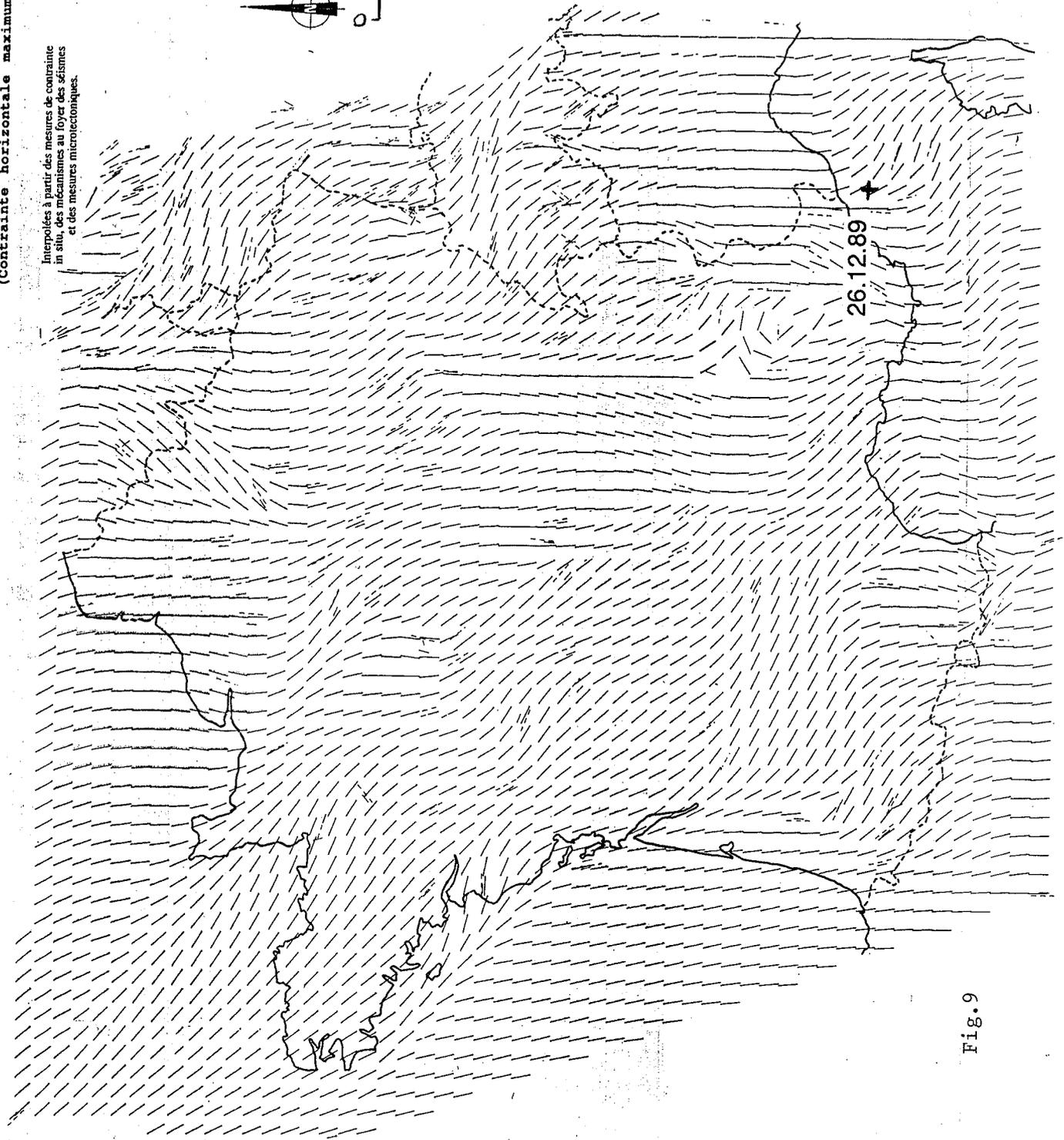
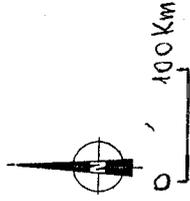


Fig.9

ANNEXE : Echelle macrosismique MSK

2 - Degré de l'échelle d'intensité

Degré I - Secousse non perceptible

L'intensité de la vibration se situe en dessous du seuil de perception humaine ; la secousse est détectée et enregistrée seulement par les sismographes.

Degré II - Secousse à peine perceptible

La secousse est ressentie seulement par quelques individus au repos dans leur habitation, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments.

Degré III - Secousse faible ressentie seulement de façon partielle

La secousse est ressentie par quelques personnes à l'intérieur des constructions et n'est ressentie à l'extérieur qu'en cas de circonstances favorables. La vibration ressemble à celle causée par le passage d'un camion léger. Des observateurs attentifs notent un léger balancement des objets suspendus, balancement plus accentué dans les étages supérieurs.

Degré IV - Secousse largement ressentie

Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes et par quelques personnes à l'extérieur. Des dormeurs isolés sont réveillés mais personne n'est effrayé. La vibration est comparable à celle due au passage d'un camion lourdement chargé. Les fenêtres, les portes et les assiettes tremblent. Les planchers et les murs font entendre des craquements. Le mobilier commence à être secoué. Les liquides contenus dans des récipients ouverts s'agitent légèrement. Les objets suspendus se balancent légèrement.

Degré V - Réveil des dormeurs

Le séisme est senti à l'intérieur par tout le monde et à l'extérieur par de nombreuses personnes. De nombreux dormeurs s'éveillent, quelques-uns sortent en courant. Les animaux sont nerveux. Les constructions sont agitées d'un tremblement général. Les objets suspendus sont animés d'un large balancement. Les tableaux cognent sur les murs ou sont projetés hors de leur emplacement. En cer-

tains cas, les pendules à balancier s'arrêtent. Les objets peu stables peuvent être renversés ou déplacés. Les portes ou les fenêtres ouvertes battent avec violence. Les liquides contenus dans des récipients bien remplis se répandent en petite quantité. La vibration est ressentie comme celle due à un objet lourd dégringolant dans le bâtiment.

De légers dommages du 1^{er} degré sont possibles dans les bâtiments de type A.

Modification en certains cas du débit des sources.

Degré VI - Frayeur

Le séisme est senti par la plupart des personnes, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent vers l'extérieur. Quelques personnes perdent l'équilibre. Les animaux domestiques s'échappent de leur stalle. Dans quelques cas, les assiettes et les verres peuvent se briser ; les livres tomber. Le mobilier lourd peut se déplacer et dans les clochers les petites cloches peuvent tinter spontanément.

Dommages du 1^{er} degré dans quelques constructions du type B et dans de nombreuses constructions du type A. Dans quelques bâtiments de type A, dommages du 2^e degré.

En certains cas, des crevasses de l'ordre du centimètre peuvent se produire dans les sols détrempés, des glissements de terrains peuvent se produire en montagne ; on peut observer des changements dans le débit des sources et le niveau des puits.

Degré VII - Dommages aux constructions

La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent au-dehors. Beaucoup ont de la difficulté à rester debout. La vibration est ressentie par des personnes conduisant des voitures automobiles. De grosses cloches se mettent à sonner.

Dans de nombreux bâtiments du type C, dommages du 1^{er} degré ; dans de nombreux bâtiments de type B, dommages du 2^e degré. De nombreux bâtiments de type A sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. Dans quelques cas, glissement des routes le long des pentes raides ; fissures en travers des routes ; joints de canalisations endommagés ; fissures dans les murs de pierres.

Des vagues se forment sur l'eau et celle-ci est troublée par la boue mise en mouvement. Les niveaux d'eau dans les puits et le débit des sources changent. Dans quelques cas, des sources tarries se remettent à couler et des sources existantes se tarissent. Dans des cas isolés des talus de sable ou de gravier s'éboulent partiellement.

Degré VIII - Destruction de bâtiments

Frayeur et panique : même les personnes conduisant des voitures automobiles sont effrayées. Dans quelques cas des branches d'arbres cassent. Le mobilier, même lourd, se déplace ou se renverse. Les lampes suspendues sont endommagées en partie.

De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 2^e degré et quelques-uns du 3^e degré ; quelques bâtiments de type B sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 4^e degré et quelques-uns au 5^e degré. Ruptures occasionnelles de joints de canalisations. Les monuments et les statues se déplacent ou tournent sur eux-mêmes. Les stèles funéraires se renversent. Les murs de pierres s'effondrent.

De petits glissements de terrains peuvent se produire dans les ravins et le long des routes en talus sur de fortes pentes.

Les crevasses dans le sol atteignent plusieurs centimètres de largeur. L'eau des lacs devient trouble. De nouvelles retenues d'eau se créent dans les vallées. Des puits asséchés se remplissent et des puits existants se tarissent. Dans de nombreux cas, changement dans le débit et le niveau de l'eau.

Degré IX - Dommages généralisés aux constructions

Panique générale : dégâts considérables au mobilier. Les animaux affolés courent dans toutes les directions et poussent des cris.

De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 3^e degré, quelques-uns du 4^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 5^e degré. Les monuments et les colonnes tombent. Dommages considérables aux réservoirs au sol : rupture partielle des canalisations souterraines. Dans quelques cas, des rails de chemins de fer sont pliés, des routes endommagées.

Des projections d'eau, de sable et de boue sur les plages sont souvent observées. Les crevasses dans le sol atteignent 10 cm ; elles dépassent 10 cm sur les pentes et les berges des rivières. En outre, un grand nombre de petites crevasses s'observent dans le sol ; chutes de rochers ; nombreux glissements de terrain ; grandes vagues sur l'eau ; des puits asséchés peuvent retrouver leur débit et des puits existants peuvent s'assécher.

Degré X - Destruction générale des bâtiments

De nombreux bâtiments de type C subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 5^e degré ; la plupart des bâtiments du type A subissent des destructions du 5^e degré ; dommages dangereux aux barrages et aux digues ; dommages sévères aux ponts. Les lignes de chemin de fer sont légèrement tordues. Les canalisations souterraines sont tordues ou rompues. Le pavage des rues et l'asphalte forment de grandes ondulations.

Les crevasses du sol présentent des largeurs de plusieurs centimètres et peuvent atteindre 1 m. Il se produit de larges crevasses parallèlement aux cours d'eau. Les terres meubles s'éboulent le long des pentes raides. De considérables glissements de terrain peuvent se produire dans les berges des rivières et le long des rivages escarpés. Dans les zones littorales, déplacements de sable et de boue ; changement des niveaux d'eau dans les puits ; l'eau des canaux, des lacs, des rivières est projetée sur la terre. De nouveaux lacs se créent.

Degré XI - Catastrophes

Dommages sévères même aux bâtiments bien construits, aux ponts, aux barrages et aux lignes de chemins de fer ; les grandes routes deviennent inutilisables ; les canalisations souterraines sont détruites.

Le terrain est considérablement déformé aussi bien par des mouvements dans les directions horizontales et verticales que par de larges crevasses, de nombreux glissements de terrains et chutes de rochers. La détermination de l'intensité de la secousse nécessite des investigations spéciales.

Degré XII - Changement du paysage

Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites.

La topographie est bouleversée. D'énormes crevasses accompagnées d'importants déplacements horizontaux et verticaux sont observés. Des chutes de rochers et des affaissements de berges de rivières s'observent sur de vastes étendues. Des vallées sont barrées et transformées en lacs ; des cascades apparaissent et des rivières sont déviées. La détermination de l'intensité nécessite des investigations spéciales.