

# RISQUE SISMIQUE DANS LA REGION BETICO-RIFAINE ET LA MER D'ALBORAN

Ben Aïssa TADILI<sup>1</sup> & Mohamed RAMDANI<sup>1</sup>

## ملخص

التادلي بنعيسى ورمضاني محمد

الخطر الزلزالي في المنطقة البيئية - الريفية وبحر البوران

تقع المنطقة المدروسة بين خطي العرض  $34^{\circ}$  و  $38^{\circ}$  شمالا وخطي الطول  $2^{\circ}$  و  $8^{\circ}$  غربا ، وقد قسمت الى ستة قطع بمقياس  $2 \times 2$  ، لكن الخطر الزلزالي لم يقيم الا في أربعة منها نظرا لنشاطها الزلزالي . وتم هذا التقييم بواسطة تحليل إحصائي أخذت فيه بعين الاعتبار مدة المراقبة ومساحة كل قطعة .

## RESUME

La zone d'étude, comprise entre les parallèles  $34^{\circ}$  et  $38^{\circ}$ N, et les méridiens  $2^{\circ}$  et  $8^{\circ}$ W, a été divisée en six domaines de  $2^{\circ}$  sur  $2^{\circ}$  ; mais le calcul du risque R a été fait seulement pour quatre domaines dont l'activité sismique est importante ; ce calcul a été effectué, en tenant compte de la surface S de chaque zone, et de la période d'observations t, en adoptant une procédure d'analyse statistique.

## SUMMARY

The studied region, bonded by  $34^{\circ}$  and  $38^{\circ}$  parallels and  $2^{\circ}$  and  $8^{\circ}$ W meridians, is divided into six areas of dimension  $2^{\circ}$  on  $2^{\circ}$

The assesment of the seismic risk is only done for four areas of great seismic activity.

It is estimated statistically by taking into account the surface S of each area and the observed period T.

<sup>1</sup> Service de Physique du Globe - Institut Scientifique.

## INTRODUCTION

Des méthodes analytiques pour la détermination du risque sismique d'un site ont été développées par CORNELL (1968) et ESTEVA (1969) ; elles ont été appliquées à un grand nombre de régions.

Pour l'Europe ces études probabilistiques ont été effectuées par plusieurs auteurs. AHORNER et ROSENHAVER (1975) ont développés un modèle probabilistique utilisant la valeur statistique extrême de GUMBEL, qu'ils ont appliqué à la région Nord du Rhin.

BATH (1979) a calculé le risque sismique pour 40 régions de la Turquie en utilisant une procédure d'analyse statistique basée sur la distribution de Poisson.

Pour nos calculs nous utiliserons cette dernière procédure.

## PRINCIPE DE CALCUL

L'occurrence des séismes étant supposée stationnaire et indépendante d'un séisme à un autre, dans le domaine temps ; sa fréquence est gouvernée par une distribution de Poisson (AKI 1956, LOMNITZ 1966).

En désignant par  $k$  la fréquence moyenne par unité de temps, la probabilité d'avoir  $n$  séismes durant un interval de temps  $T$  est donnée par  $(kT)^n \exp(-kT) / n!$ .

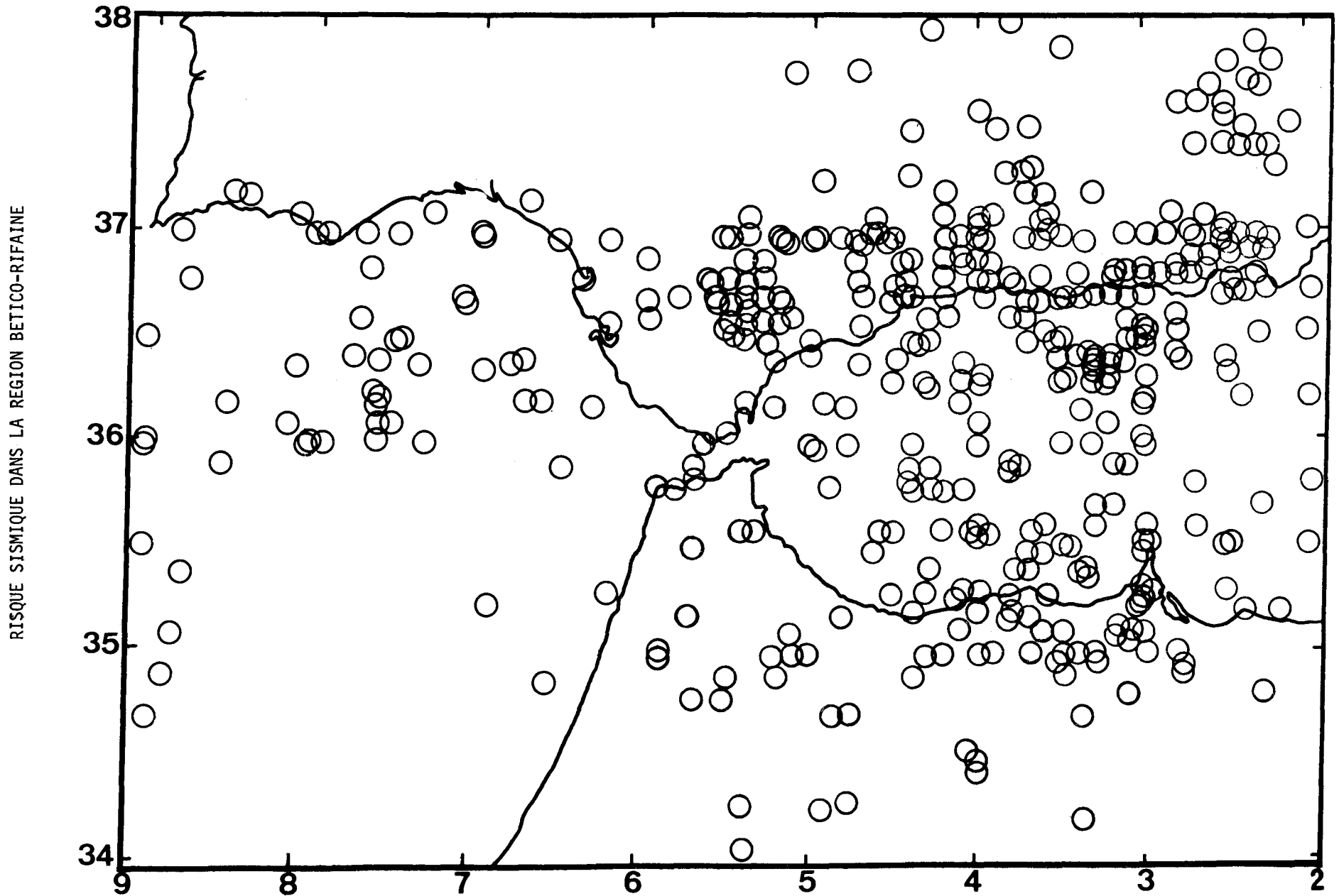
La probabilité de n'avoir aucun séisme durant la période  $t$  ( $n=0$ ) est  $\exp(-kt)$  donc le risque d'avoir au moins un séisme est :

$$R = 1 - \exp(-kt) \quad (1)$$

Pour l'évaluation de la période de récurrence  $t$  nous utilisons la formule proposée par GUTENBERG et RICHTER (1944) qui lie la magnitude locale  $M$ , a nombre de séismes :

$$\log N = (a - bM_L) + \delta \quad (2)$$

Fig.1: Carte des épicentres des séismes de magnitude supérieure ou égale à 4 pour la période 1901 - 1971.



Pour rendre comparable les valeurs du risque R nous allons réduire la formule (2) à l'unité de temps et l'unité de surface.

$$\ln (s \ N / t) = (a' - b' M_L) \pm \delta' \quad (3)$$

$a'$ ,  $b'$ ,  $\delta'$  sont reliés à  $a, b, S$  par :

$$a' = (a + \log S - \log t) / 0.4343$$

$$b' = b / 0.4343$$

$$\delta' = \delta / 0.4343$$

Considérant  $k = S \ N / t$ , et la période de référence  $t = 1$  année ; les relations (1) et (3) conduisent à une nouvelle expression du risque R.

$$R = 1 - \exp \{ - \exp (a' - b' M_L) \} \quad (4)$$

l'erreur dR sur R dépend de la déviation standard  $\delta'$

$$|dR| = | \delta' (1-R) \ln (1-R) | \quad (5)$$

Pour une période de référence  $t = 10$  années le risque R est obtenu en remplaçant  $a'$  dans (4) par  $a' + 2.30$  (BATH 1979)

## APPLICATION

La région du Détroit de Gibraltar et de la mer d'Alboran est soumise au mouvement relatif des deux grandes plaques lithosphériques l'Eurasie et l'Afrique ; certains auteurs ont voulu voir dans la dispersion relative des épicentres sur l'ensemble de la mer d'Alboran et de ses bordures une confirmation de l'existence d'une sous plaque Alboran (HATZFELD (1978)). Ces mouvements traduisent une sismicité importante à l'Est du Détroit (fig 1). L'évaluation de cette sismicité à été faite en appliquant la procédure décrite précédemment à la région comprise entre  $34^\circ - 38^\circ N$  et  $2^\circ$  à  $8^\circ W$ .

Pour rendre comparable les valeurs du risque nous avons divisé cette région en six zones de  $2^\circ$  sur  $2^\circ$  ; mais étant donné le faible niveau de sismicité de la zone III et VI nous avons calculé le risque R seulement pour les quatre autres régions (fig 2).

Le traitement, par moindre carré, des données du catalogue relatif à la période 1901 - 1975 (BEN SARI 1978), nous a permis d'avoir les coefficients  $a$  et  $b$  pour chaque région (fig 3), et par suite les valeurs de  $a'$  et  $b'$  (Tableau 1).

Fig.2: Division de la zone d'étude en six domaines de 2° x 2°.

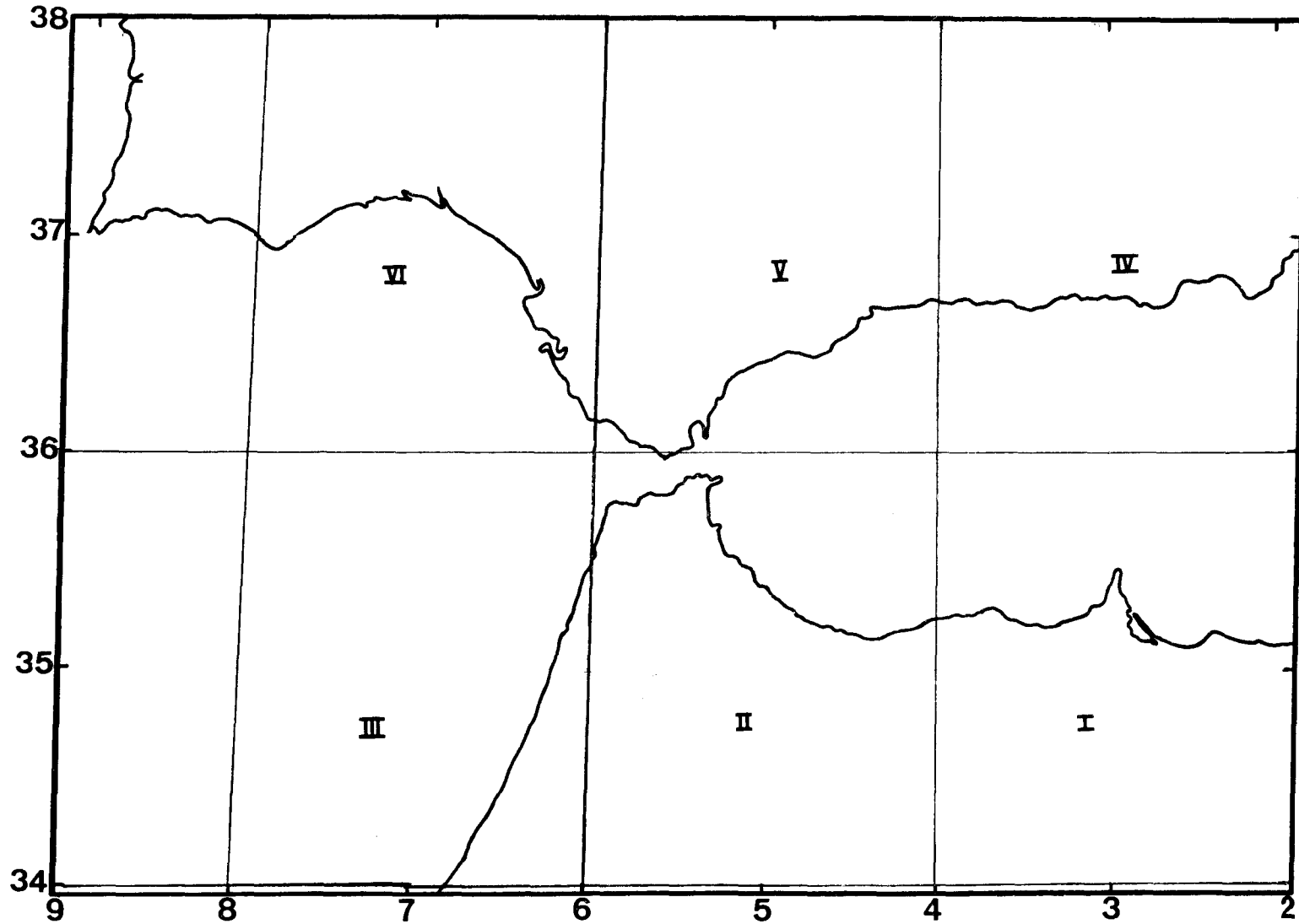


Tableau I

Zone	Lat.	Long.	a	b	$\frac{S}{\bar{S}_i}$	a'	b'	$\delta'$
I	34°-36°N	2° - 4°W	3.92	0.67	1.00	4.78	1.54	0.23
II	34°-36°N	4° - 6°W	3.70	0.62	1.00	4.27	1.43	0.20
III	36°-38°N	2° - 4°W	3.28	0.49	1.03	3.33	1.13	0.30
IV	36°-38°N	4° - 6°W	2.76	0.45	1.03	2.14	1.04	0.28

Tableau II

Région	M 4.0	M 4.5	M 5.0	M 5.5	M 6.0	M 6.5	M 7.0
I	22 $\pm$ 4	11 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0		
II	21 $\pm$ 4	11 $\pm$ 2	6 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	1 $\pm$ 0		
III	26 $\pm$ 7	16 $\pm$ 4	9 $\pm$ 3	5 $\pm$ 2	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0
IV	12 $\pm$ 3	8 $\pm$ 2	5 $\pm$ 1	3 $\pm$ 1	2 $\pm$ 0	1 $\pm$ 0	

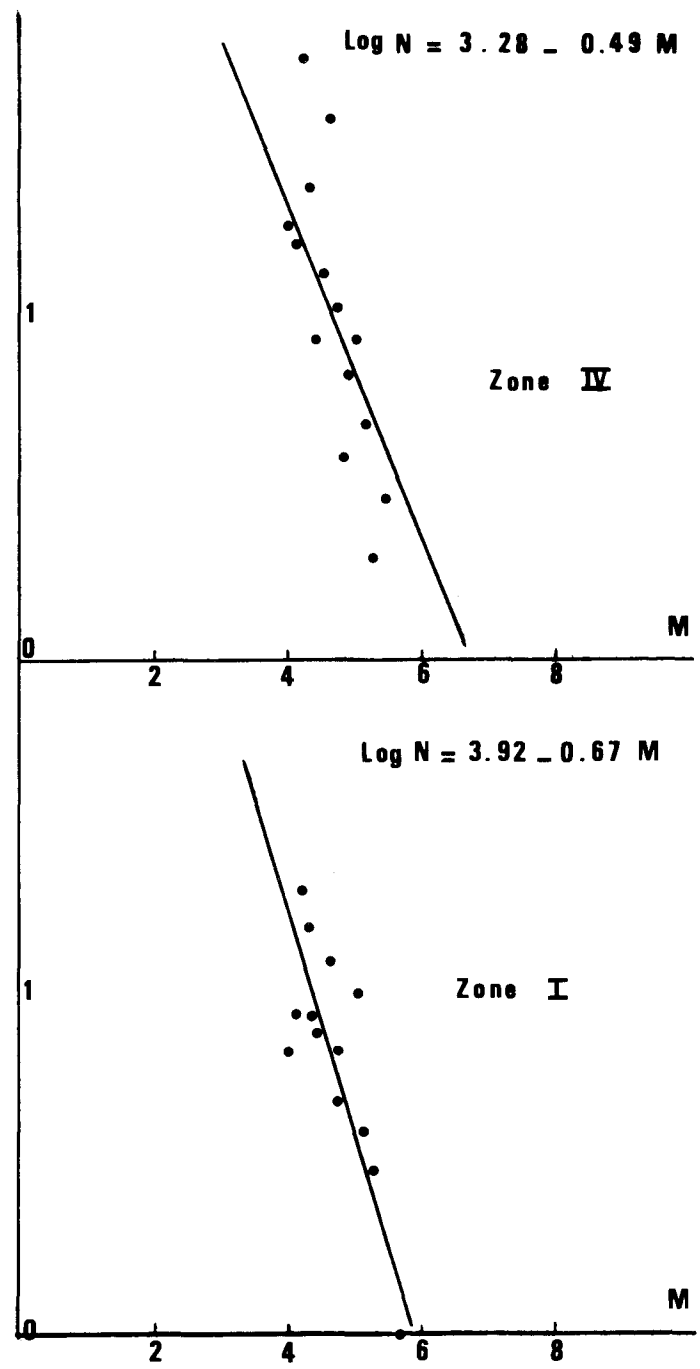
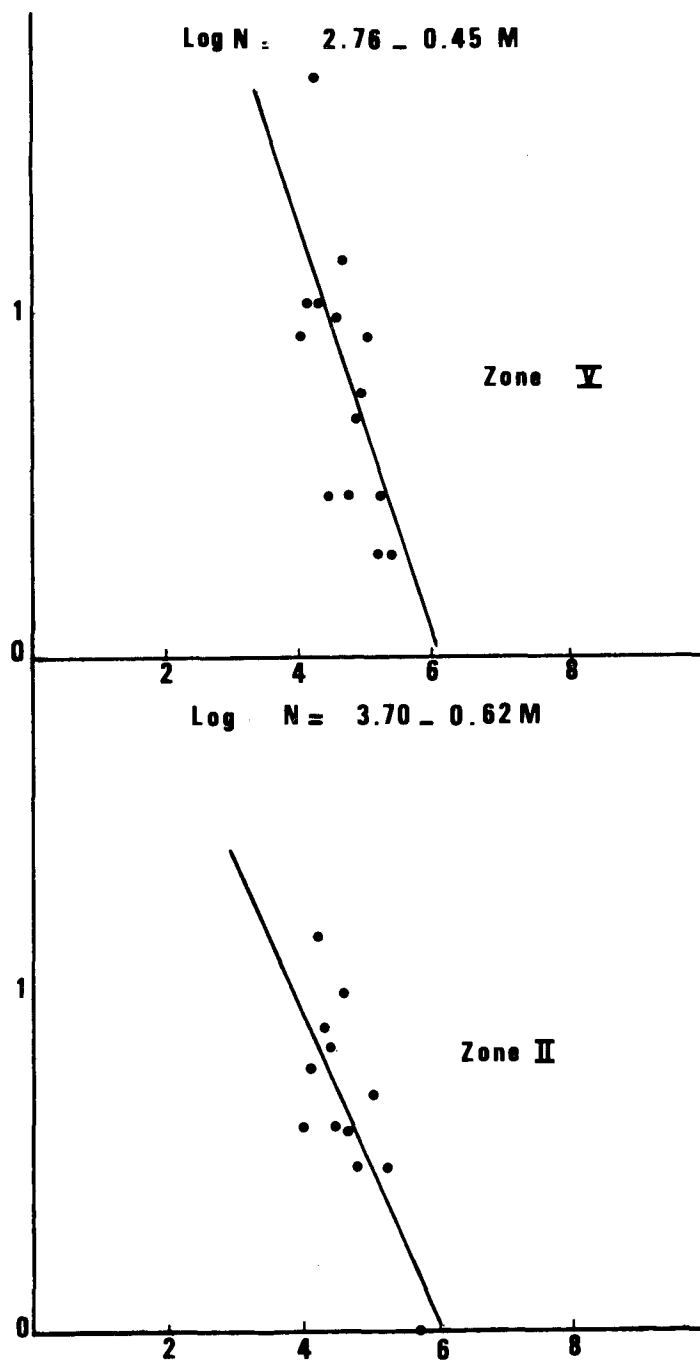


Fig.3: Courbes de recurrence correspondant aux domaines d'étude.

Pour le calcul de  $a'$  et  $b'$  nous avons pris comme surface de référence  $S = 40.500\text{Km}^2$  correspondant à la zone I, comprise entre  $34^\circ\text{N} - 36^\circ\text{N}$  et  $2^\circ - 4^\circ\text{W}$ .

Le tableau II permet d'avoir le risque pour une magnitude et une période de référence données. Inversement nous pouvons calculer la période de référence pour un risque et une magnitude choisis ; de plus si on utilise le tableau III des équivalences moyennes (BATH, 1979 b) le résultat peut être étendu au risque d'avoir une certaine intensité ou accélération.

Tableau III

$M_L$	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$I_0$	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2
$a_0$	4	6	9	13	20	30	43

Les résultats du tableau II montrent, que l'on a un maximum de magnitude égale à 6 pour la zone I et la zone II, pour la zone III nous avons  $M_L \text{ Max} = 7$ , et pour la zone IV ce maximum est de 6,5 pour une période de récurrence de 75 ans.

### CONCLUSION

Ces études permettent une approche à la question du risque sismique acceptable qui engendre deux phases.

a) comparaisons de la sismicité des différentes zones pour le choix d'un niveau de protection pour les sites d'ouvrage.

b) comparaison du risque sismique pour optimiser la répartition régionale des fonds de la communauté destinés à la prévention des risques sismiques.



## TRAVAUX CITÉS

- AHORNER, L. & ROSENHAUER, W. (1975). Probability distribution of earthquake accelerations with applications to sites in the northern Rhine area, central Europe. *J. Geophys.* 41, p. 581 - 594.
- AKI, K. (1956). Some problems in statistical seismology. *J. seismol. soc. Japan*, ser.2, 8, p 205 - 228.
- BATH, M. (1979 a). Seismic risk in Turkey - a preliminary approach. *Tectonophysics*, 54, p 9 - 16.
- BATH, M. (1979 b). Seismic risk in Fennoscandia. *Tectonophysics*, 57, p 285 - 295.
- BEN SARI, D. (1978). *Connaissance géophysique du Maroc*, thèse d'état, Univ. Scientifique de Grenoble.
- CORNELL, C.A. (1968). Engineering seismic risk analysis. *Bull. Seismol. Soc. A*. Vol. 58, n° 5, p 1583 - 1606.
- ESTEVAL, L. (1969). Seismicity prediction : A Bayesian approach. *Proc. World conf. Earthquake Eng.* 4 th, Santiago, Chile, 1, p 172-184.
- GUTENBERG, B., & RICHTER, C.F. (1944). Frequency of earthquakes in California. *Bull. Seis. Soc. A*. 34, p 185-188.
- HATZFELD, D. (1978). *Etude sismotectonique de la zone de collision Ibero-Magrebine*. thèse d'état. Univ. Grenoble I.
- LOMNITZ, C. (1966). Statistical prediction of earthquake. *Rv. Geophys.* 4, p 377 - 393.