

OBSERVATIONS SISMOLOGIQUES DU TREMBLEMENT DE TERRE DE GUINEE

22 DECEMBRE 1983

C. DORBATH^{1,2}, L. DORBATH^{1,2}, R. GAULON², T. GEORGE², P. MOURGUES¹, B. ROBINEAU³

- 1- ORSTOM, 24 rue Bayard Paris 75008
- 2- LEGSP(CRNS) et Lab. de sismologie IPG 4 Pce Jussieu 75230 Paris Cedex 05
- 3- Faculté des Sciences, Université de Dakar (Sénégal)

Janvier 1984

C.R.S.T. Fonds documentaire

N° : 21189, ex 1

Cote : B...

INTRODUCTION

Le séisme qui s'est produit au Nord-Ouest de la Guinée, près de Koumbia (région administrative de Gaoual), le 22 Décembre 1983 constitue un élément nouveau et important dans la connaissance de la tectonique intraplaque, particulièrement de l'Ouest Africain.

Au cours des vingt dernières années la connaissance des processus tectoniques aux frontières des plaques s'est considérablement accrue, mais le régime tectonique à l'intérieur des plaques reste en grande partie mal connu. De fait l'activité sismique intraplaque ne représente qu'un faible pourcentage de l'activité sismique mondiale. En étudiant de nombreux séismes intracontinentaux loin des frontières de plaques, mais assez proches des marges continentales, Sykes (1978) a montré que la tectonique de ces régions pouvait être placée dans le cadre général de la tectonique des plaques. C'est par exemple le cas en Afrique de la région d'Accra, au Ghana, affectée par plusieurs séismes destructeurs au cours des 150 dernières années.

Les archives météorologiques de Guinée montrent que le tremblement de terre de décembre dernier n'est pas le premier séisme à s'être produit dans ce pays puisque plusieurs évènements ont été ressentis au cours du siècle (table 1), surtout concentrés au sud du pays, au voisinage de l'océan, mais cette estimation doit être nuancée en tenant compte du fait que le personnel administratif à qui l'on doit ces données était plus nombreux auprès des côtes qu'à l'intérieur.

La région affectée se situe dans la partie terminale sud de la chaîne des Mauritanides, au voisinage de son contact avec le Bassin de Bové (figure 1) caractérisé par des structures horizontales non métamorphisées et non plissées. La région est constituée par un socle métamorphique très diversifié, affleurant en quelques boutonnières et recouvert par des séries sédimentaires principalement argilo-gréseuses d'âge protérozoïque à Dévonien. On y observe plusieurs épisodes de déformation depuis le panafricain 500-600 mA (déformation du socle) jusqu'à l'hercynien (environ 300 mA). L'ensemble a été affecté par l'ouverture de l'Atlantique (180 mA) qui s'accompagne localement d'extension et d'intrusions de dolérites. Une carte structurale au 1/200 000 (figure 2) dressée par des géologues soviétiques fait ressortir deux grandes directions de failles : SW-NE et NNW-SSE à NW-SE (panafricaine et post-panafricaine, Villeneuve 1980). La région épiscopale ne comporte pas de relief marqué, à l'exception d'une falaise de grès orientée NS de 30 mètres de hauteur, principalement au nord de Koumbia.

Paramètres focaux

Les paramètres focaux du séisme de Koumbia (table 2) ont été déterminés par deux organismes : le CSEM à Strasbourg (France) et le NEIS à Denver (USA); les foyers sont très voisins (écart inférieur à 10 km).

Mission

Deux équipes, une marocaine (CNCPRST, Rabat) et l'autre française (ORSTOM-IPG Paris), ont installé chacune un réseau temporaire de six stations sismologiques verticales courte période à enregistrement sur noir de fumée. Ces deux réseaux, par leur position, sont complémentaires (figure 3 et table 3). La géométrie de ces réseaux n'est pas pleinement satisfaisante au vu des épicentres déterminés par le CSEM et le NEIS mais résulte de l'absence de piste dans la région Nord-Ouest. Cependant l'examen des différences de temps d'arrivée des ondes P et des ondes S permet d'affirmer que la sismicité ne s'étend pas à l'Ouest au-delà des épicentres calculés.

Les stations ont fonctionné du 28 Décembre 1983 au 06 Janvier 1984. L'ensemble des données recueillies sera interprété en commun par les deux équipes auxquelles se joindra un géophysicien Guinéen. Ce rapport préliminaire ne porte que sur les données du réseau français. Durant la même période une enquête macrosismique et des observations géologiques ont été effectuées pour analyser les effets du séisme à la surface.

Ont participé aux travaux de terrain : M. Ramdani, B.A. Tadili, M. Slimani et A. Sbiti du CNCPRST de Rabat, C. Dorbath, L. Dorbath et P. Mourgues de l'ORSTOM, T. George de l'IPG Paris, B. Robineau de l'Université de Dakar, et une équipe Guinéenne rassemblant des chercheurs de plusieurs organismes dont le coordinateur était M. Racine Bah. La coopération sur le terrain a été excellente grâce, en particulier, à l'aide apportée par les autorités Guinéennes.

Interprétations préliminaires.

1) Sismologie instrumentale.

Plusieurs centaines de répliques ont été enregistrées. Le nombre d'évènements s'est réduit normalement au cours du temps passant de 360 le 31 Décembre à 230 le 05 Janvier à la station KAM qui a enregistré le plus grand nombre de répliques. Les magnitudes sont calculées à partir de la durée τ du signal suivant la formule $M_L = 2 \text{ Log } \tau - 0.9$. Le catalogue des magnitudes, encore incomplet, montre qu'en général une à deux répliques de magnitude supérieure à 3 ont eu lieu chaque jour dont quelques unes ressenties (figure 4).

Le rapport des vitesses des ondes P et S établi à partir du diagramme de Wadati modifié (fig 5) donne un coefficient de Poisson de 0,21 qui suggérerait une couche superficielle de coefficient plus faible que la normale .

La répartition des épacentres des premières répliques localisées confirme que l'épicentre était au Nord de Koumbia, dans la marge d'erreur estimée des déterminations du CSEM et du NEIS. Les figures 6a et 7 présentent respectivement la sismicité suivant une projection horizontale et suivant une coupe verticale dans la direction N060 grossièrement perpendiculaire à la direction du grand axe de l'ellipse enveloppe des épacentres des répliques.

La profondeur des foyers est comprise entre la surface et 12 km; elle présente un maximum autour de 8 km. La distribution horizontale s'inscrit dans une ellipse dont la longueur des axes est respectivement 22 km et 12 km, les foyers s'approfondissant sensiblement vers le Sud-Ouest (figure 7).

La distribution des répliques les plus significatives (plusieurs observations d'ondes S et plus grande magnitude) ne diffère pas significativement (figure 6b).

Un mécanisme au foyer composite obtenu à partir de 5 répliques de magnitude supérieure à 2.5 est compatible avec une faille normale de direction grossièrement Est-Ouest (figure 8).

Les enregistrements verticaux longue-période du réseau mondial WWSSN dont on dispose pour le moment ont permis de déterminer le mécanisme au foyer du séisme principal (figure 9) dont un plan est bien contraint, en bon accord avec le mécanisme composite ; le second plan paraît pouvoir être contraint par la modélisation de la forme de l'onde P qui a été effectuée pour quelques stations du réseau mondial WWSSN (figure 10). On obtiendrait

ainsi une faille soit normale soit décrochante extensive. Suivant la sismicité et la modélisation des ondes P, on peut définir comme plan de faille le plan plongeant vers le Sud-Ouest qui correspond grossièrement à la direction du grand axe de l'ellipse enveloppe des épïcêtres de répliques. Il est essentiel d'insister sur le caractère très provisoire de cette interprétation basée sur des données encore en trop petit nombre et une modélisation en cours.

2) Observations macrosismiques.

a) Carte des isoséistes (figure 11).

Cette carte résulte d'observations effectuées sur près de quatre cents habitations dont la presque totalité est représentée par des cases rondes en banco, de dix mètres de diamètre environ, formées de deux enceintes concentriques reliées par quatre cloisons. Elles sont construites sur un sol sablo-limoneux. L'estimation des degrés d'intensité est rendue difficile en raison de l'étroitesse du spectre d'informations considéré. La zone de degré VIII étendue sur une longueur de 15 km n'est pas bornée à l'Ouest faute de constructions. Elle correspond à une destruction pratiquement totale des structures intérieures, souvent à 20 cm du sol, les murs externes étant détruits ou fracturés. La remontée de la nappe phréatique, de l'ordre de 30 cm s'est accompagnée d'eaux troubles. D'importants éboulements jalonnent la falaise voisine, entre Nduria et Kamélé principalement. Un noyau de destructions chaotiques au ras du sol à Bancouba et Kalatyï suggère un accroissement de l'intensité qui permettrait de définir l'épicentre macrosismique. Des maxima secondaires de moindre intensité se manifestent à Koumbia 2 et Mboundou Madina ainsi que, très modérément à Kondissara et Saré-Bagui (VII).

b) Orientation des destructions ou dévers. (figure 12).

Les cercles représentés sur cette figure correspondent à des groupes de cinq à vingt casés. Le sens dans lequel se produisent les chutes de murs ou dévers est indiqué par un secteur noirci.

Les destructions autour des azimut N040 et N220 sont dominantes dans la zone sinistrée, avec des dévers dans le secteur Sud-Ouest pour la zone de degré VIII au sud de la Bancouba, ainsi qu'à Koumbia-Ouest et Saré Bagui, tandis que l'orientation suivant le secteur Nord-Est est générale au Nord et à l'Est de l'épicentre macrosismique observé. L'organisation de cette carte sera étudiée en relation avec le mécanisme du séisme principal.

3) Observations géologiques de surface.

Malgré la magnitude élevée, les effets de surface sont très réduits :

1. Il n'a pas été observé de plissement, de flexure, de mouvement vertical ou de faille à rejet horizontal ou vertical important.
2. Par contre une multitude de petites fissures, parfois très longues, jalonnent la zone épiscopale. Ces fissures apparaissent essentiellement dans le remplissage argilo-sableux des plaines qui s'étendent à l'Est de la falaise de grès dominant Koumbia et Kamélé.

Dans la zone la plus détruite, les fissures n'ont pas d'orientation préférentielle très nette. Souvent elles ne représentent que la réactivation des fentes polygonales de dessiccation qui apparaissent en saison sèche. Cependant on note quelques maxima d'azimut N170-N180, N110-N130 et surtout N020-N040.

A l'extérieur de cette zone, on observe une organisation progressive des fissures suivant une direction N090 à N130. On peut noter fréquemment des petits rejeux verticaux centimétriques délimitant des horsts et grabens parallèles, larges de 1 à 2 m et long de 20 à 30 m.

Sur la falaise, les diaclases initiales du grès sont très rarement réactivées. Les seuls effets observés ont été des chutes de pierres ou de pans de rocher vers l'Est par appel au vide, et des déplacements de blocs vers l'Ouest-Sud-Ouest sur les surfaces libres sub-horizontales.

Conclusions.

Les photos satellites ne permettent pas de détecter une activité tectonique récente, mais l'érosion très active et l'altération des roches dans ce type de région peut agir plus rapidement que la tectonique.

Le mécanisme au foyer provisoire indique une extension Nord-Sud accompagnée d'un coulissage senestre sur une faille de direction SE-NO, direction connue dans cette région mais non observée localement.

Les mécanismes de ces séismes intraplaques sont encore très mal compris, du fait en particulier de leur très grande période de récurrence. Il existe fréquemment une sismicité moyenne autour des grandes zones stables continentales. C'est le cas par exemple du craton nord-américain. La situation tectonique de l'Afrique occidentale doit d'ailleurs être rapprochée de celle de l'Amérique du Nord à l'Est, marquée par les anciennes sutures liées à la fermeture du proto-atlantique et par l'ouverture de l'actuel atlantique. Certains auteurs expliquent la sismicité de l'Amérique du nord par le freinage exercé par le craton provoquant des contraintes différentielles avec les parties adjacentes plus récentes (Wesnouski et Scholz, 1980).

L'interprétation que nous présentons est faite au vu des premiers documents collectés et ne peut donner que des indications susceptibles d'être remises en question quand l'ensemble des données sera traité.

BIBLIOGRAPHIE.

L. Sykes- Intraplate seismicity, reactivation of preexisting zones of weakness, alkaline magmatism, and other tectonism postdating continental fragmentation. (1978), 16, 4, 621-688.

M. Villeneuve- Schéma géologique du Nord de la Guinée (Afrique de l'Ouest). (1980), 2, 54-57.

S. Wesnousky et C. Scholz- The craton: its effect on the distribution of seismicity and stree in North America, (1980), 48, 348-355.

TABLE I

DATE	LIEU	INTENSITE
04/11/1892	Conakry	
02/01/1911	Ilas de loos	
02/1914	Boffa	
02/1922	Boffa	
11/07/1927	Kaboulima	IV/V
05/04/1928	Conakry, Boffa	VI
18.19/08/1928	Forécariah	
26/03/1930	Boffa	
17/07/1935	Boffa	VI-VII
26/05/1939	Conakry, Forécariah	III
29/05/1939		III
06/03/1941		V
15/04/1941		V

(Sources: archives du Service Météorologique de Guinée).

TABLE 2

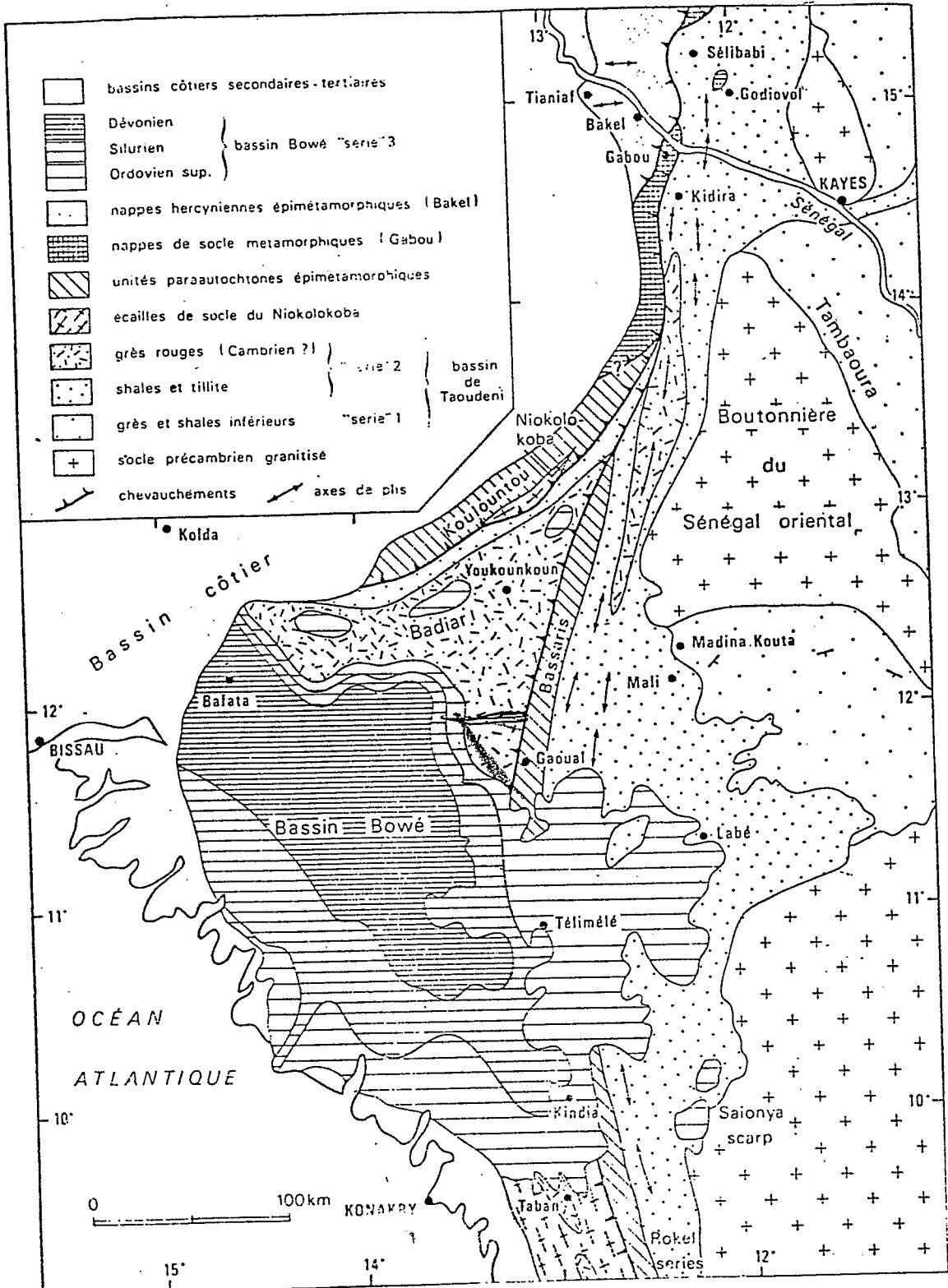
Origine	Lat.(Nord)	Long.(Ouest)	Prof.	M _s	m _b	Heure
			(fixée)			
			<i>km</i>			
CSEM	11.91°	13.52°	10	6.3		04:11:3
NEIS	11.950°	13.605°	10	6.2	6.4	04:11:2

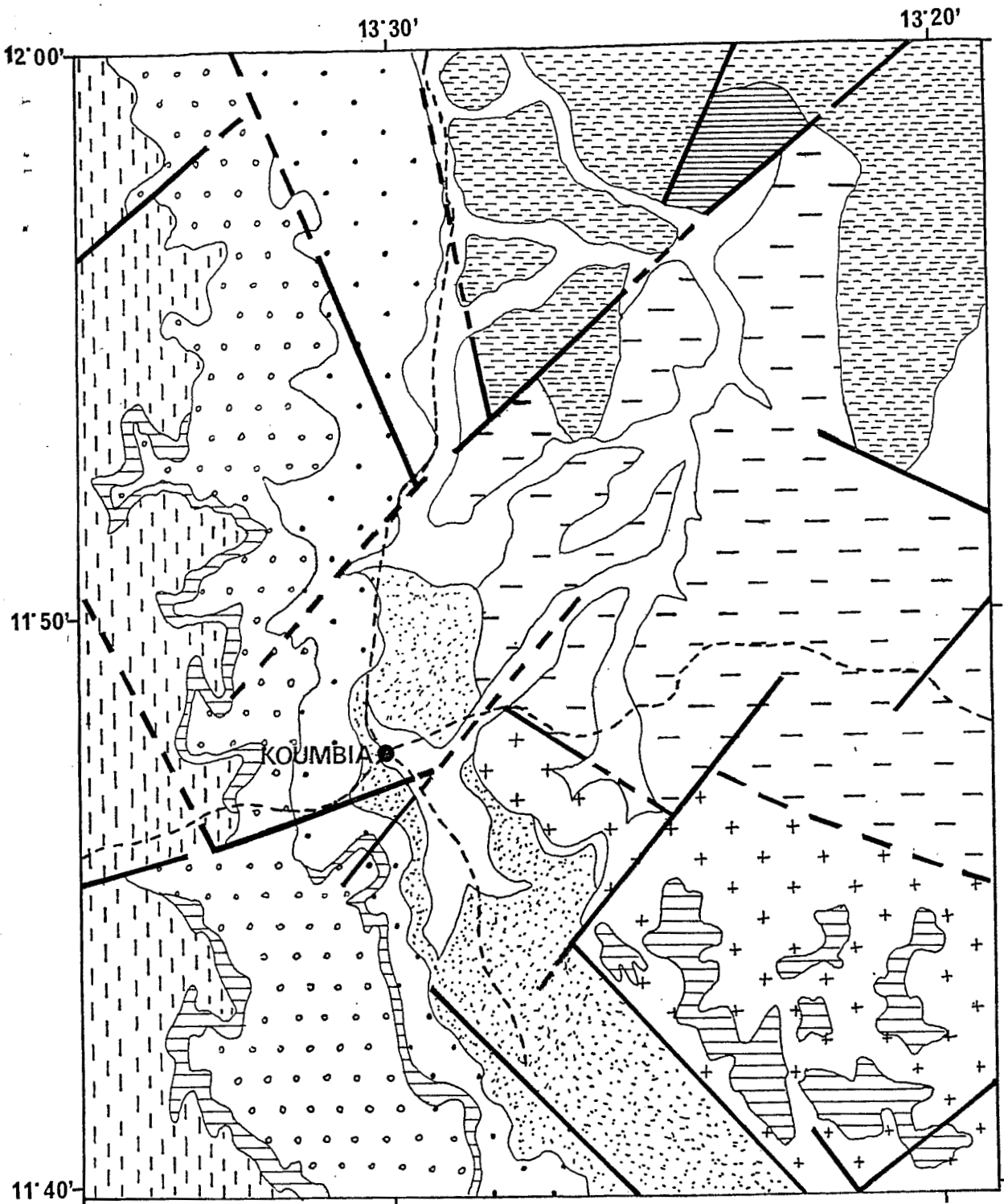
TABLE 3

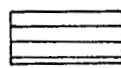
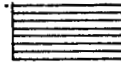

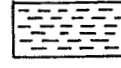
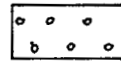
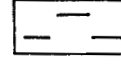
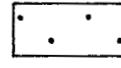
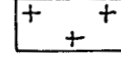



Station	Latitude(Nord)	Longitude(Ouest)
NIA	11° 43.10'	13° 28.11'
BMS	11° 47.04'	13° 24.18'
KAR	11° 48.30'	13° 34.49'
KAM	11° 55.48'	13° 27.75'
KAL	11° 51.00'	13° 29.19'
TIO	11° 47.60'	13° 31.88'

LEGENDE DES FIGURES.

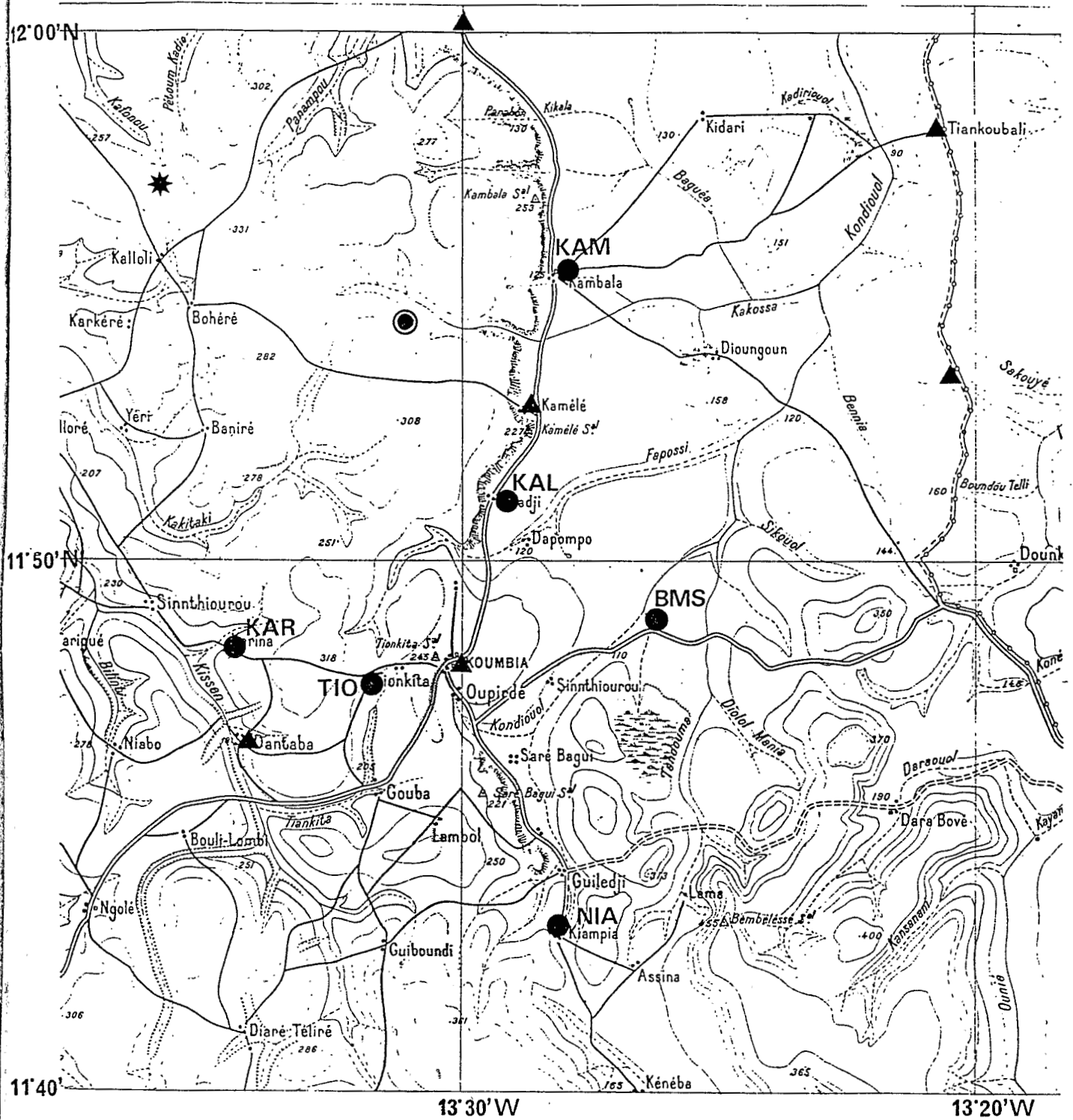
- 1- Carte géologique régionale (Villeneuve, 1980).
- 2- Carte tectonique d'après des documents soviétiques (non datés).
- 3- Implantation des réseaux sismologiques. Les épicentres calculés sont portés sur la figure.
- 4- Sismicité cumulée (journée du 4 janvier 1984).
- 5- Diagramme de Wadati modifié (réduction des temps d'arrivée des ondes P et S aux valeurs de la station la plus proche).
- 6- a) Distribution des épicentres : journée du 5/01/84 \triangle
journée du 6/01/84 \square
b) Même distribution réduite aux répliques les plus significatives.
- 7- Coupe verticale des séismes projetés sur un plan de direction N060.
- 8- Mécanisme au foyer composite calculé à partir de 5 répliques.
- 9- Mécanisme au foyer déterminé à partir des enregistrements du réseau mondial WWSSN. Le trait continu correspond au plan contraint; les tracés en tiretets correspondent aux deux solutions extrêmes. Une solution intermédiaire en faille normale est aussi possible.
- 10- Modélisation des ondes P du réseau mondial. Pour chaque station considérée le séismogramme observé est présenté au dessus du synthétique. Les amplitudes modélisées sont normalisées.
- 11- Carte des isoséistes.
- 12- Direction des chutes et des dévers. Le secteur en noir indique cette direction et la dispersion des mesures.



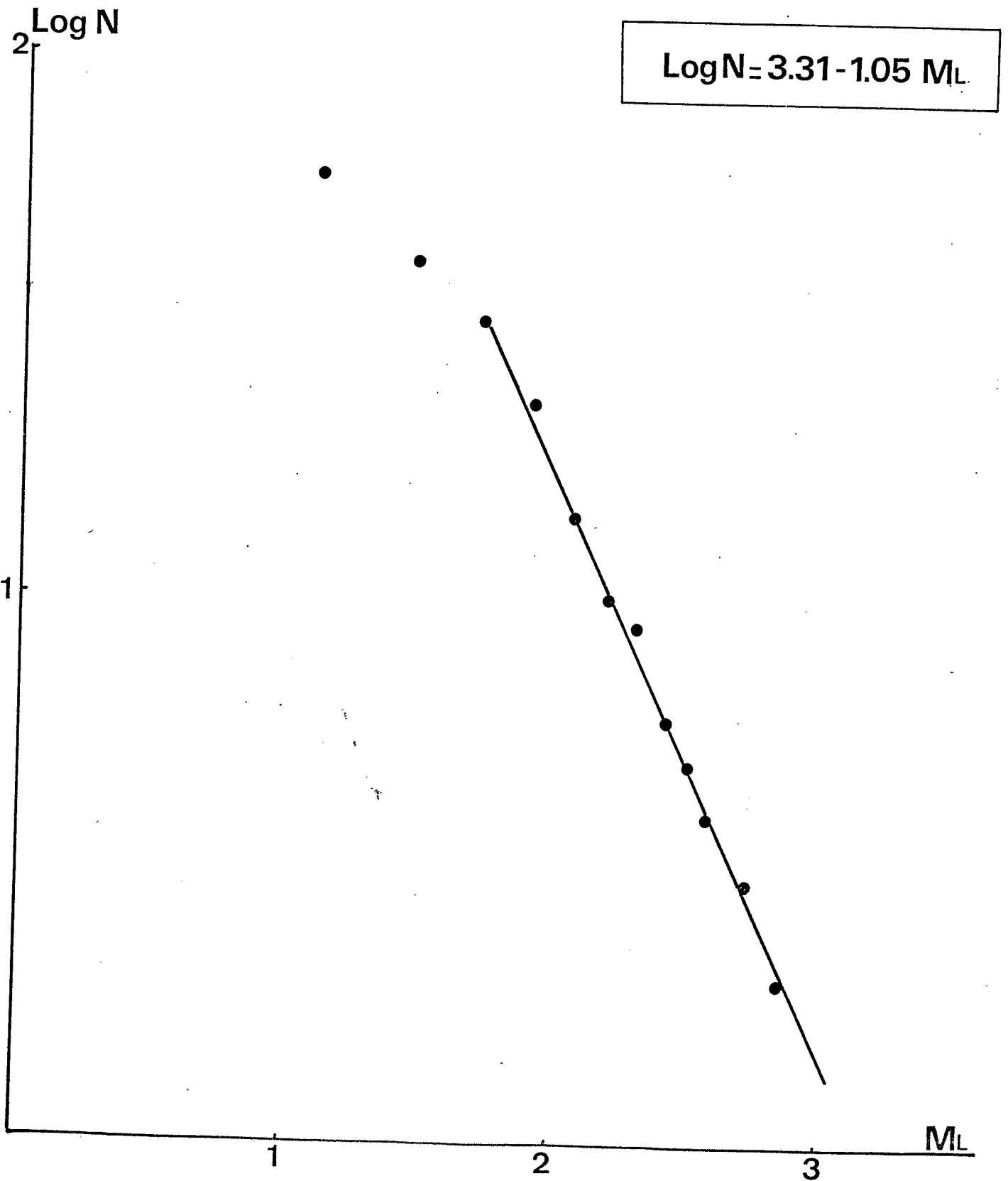


- | | | | |
|---|------------------------|---|---------------------------------------|
|  | Intrusions Mésozoïques |  | Intrusion trapéenne (Prot. sup.) |
|  | Faro (Dévonien) |  | Coundou (Protér. sup.)
Youkounkoun |
|  | Télimélé (Silurien) |  | Mali (Protérozoïque supérieur) |
|  | Opt |  | Granites leucocrates (Prot. ancien) |
|  | Opt 5 | | |
| Faille { observée  | | Echelle 1/200 000 | |
| { supposée  | | | |

IG.3



- Stations sismologiques
- francaises
 - ▲ marocaines
- Epicentres calculés par
- ⊙ C.S.E.M.
 - ★ N.E.I.S.



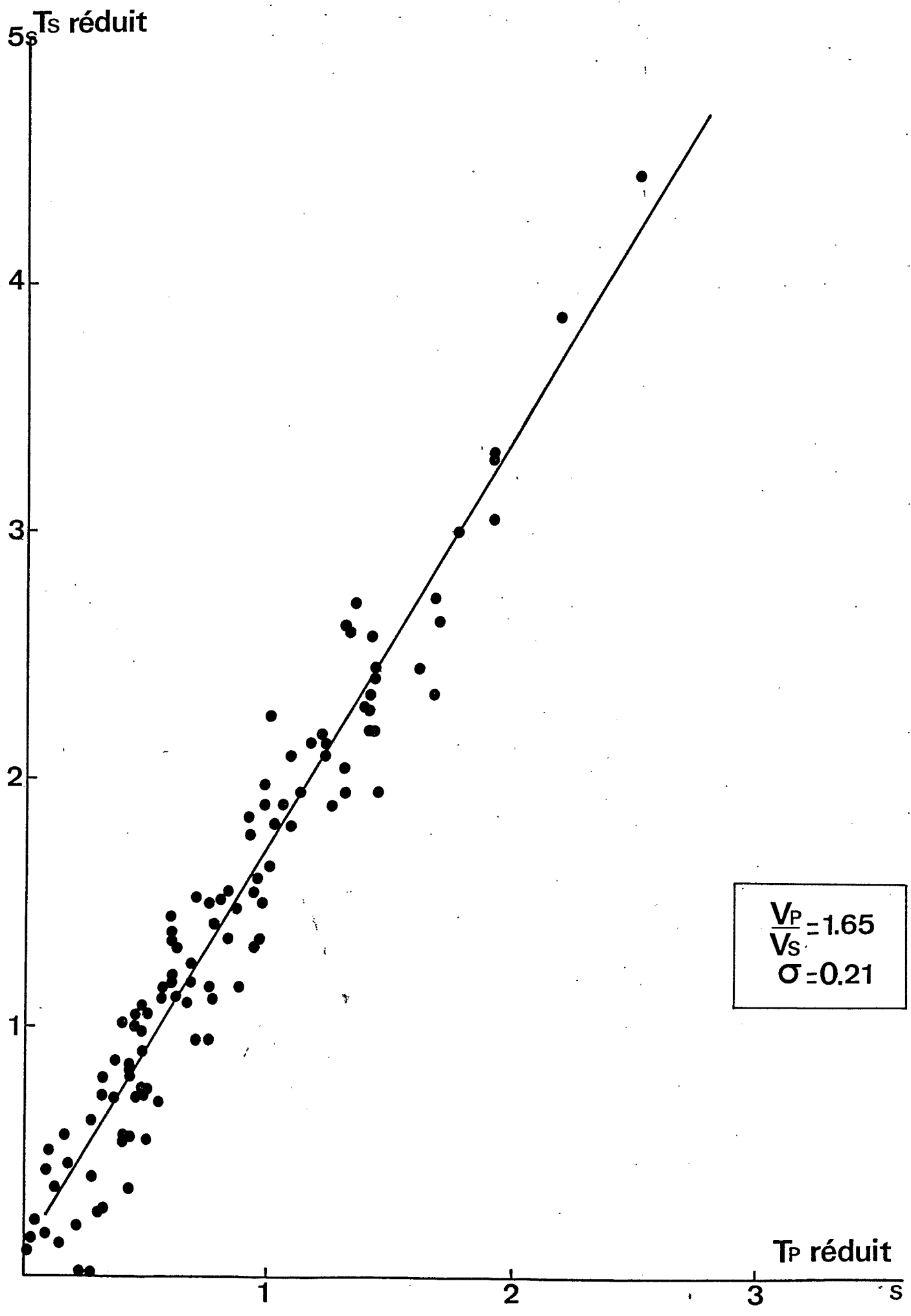


FIG.6a

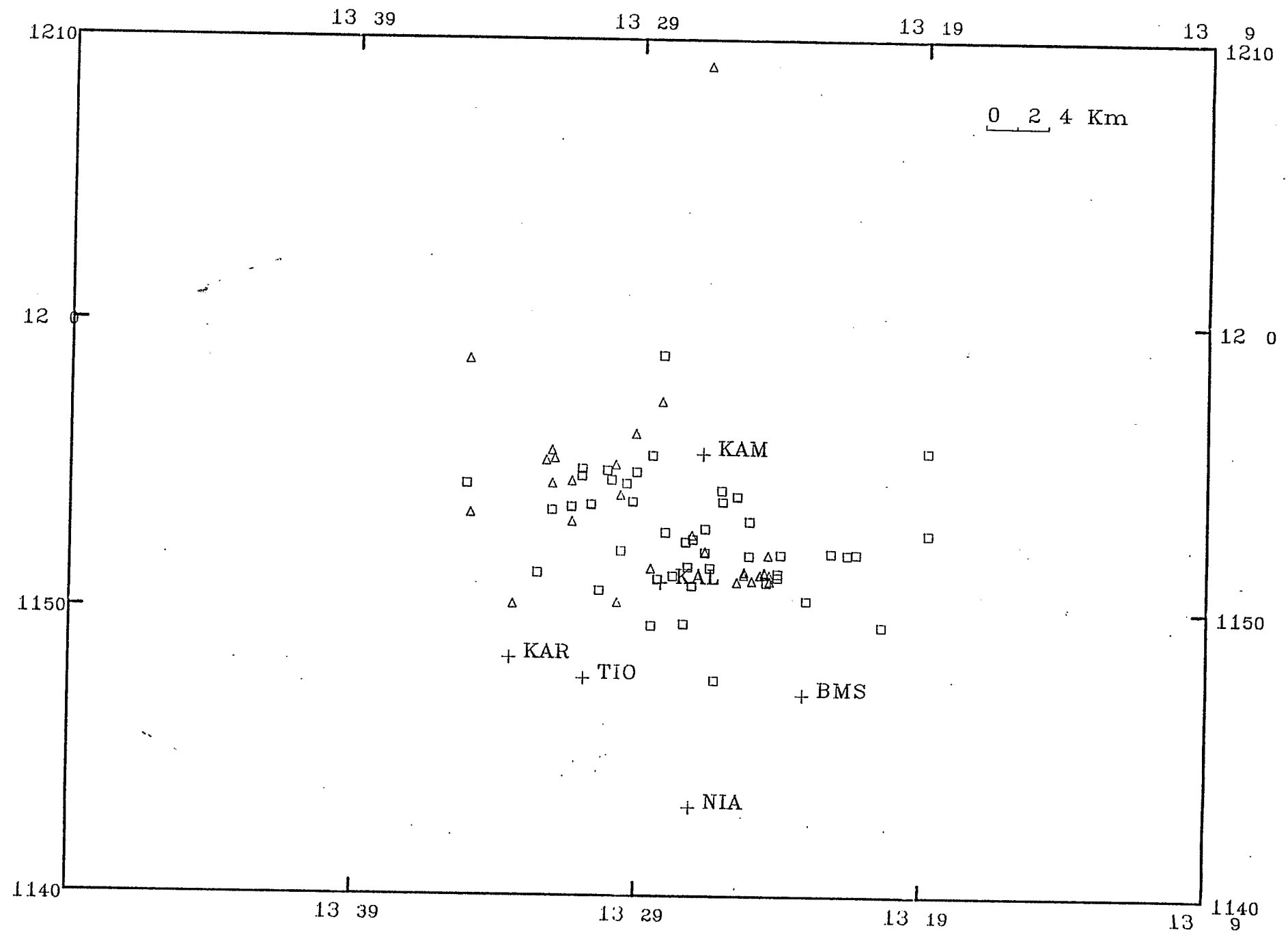


FIG.6b

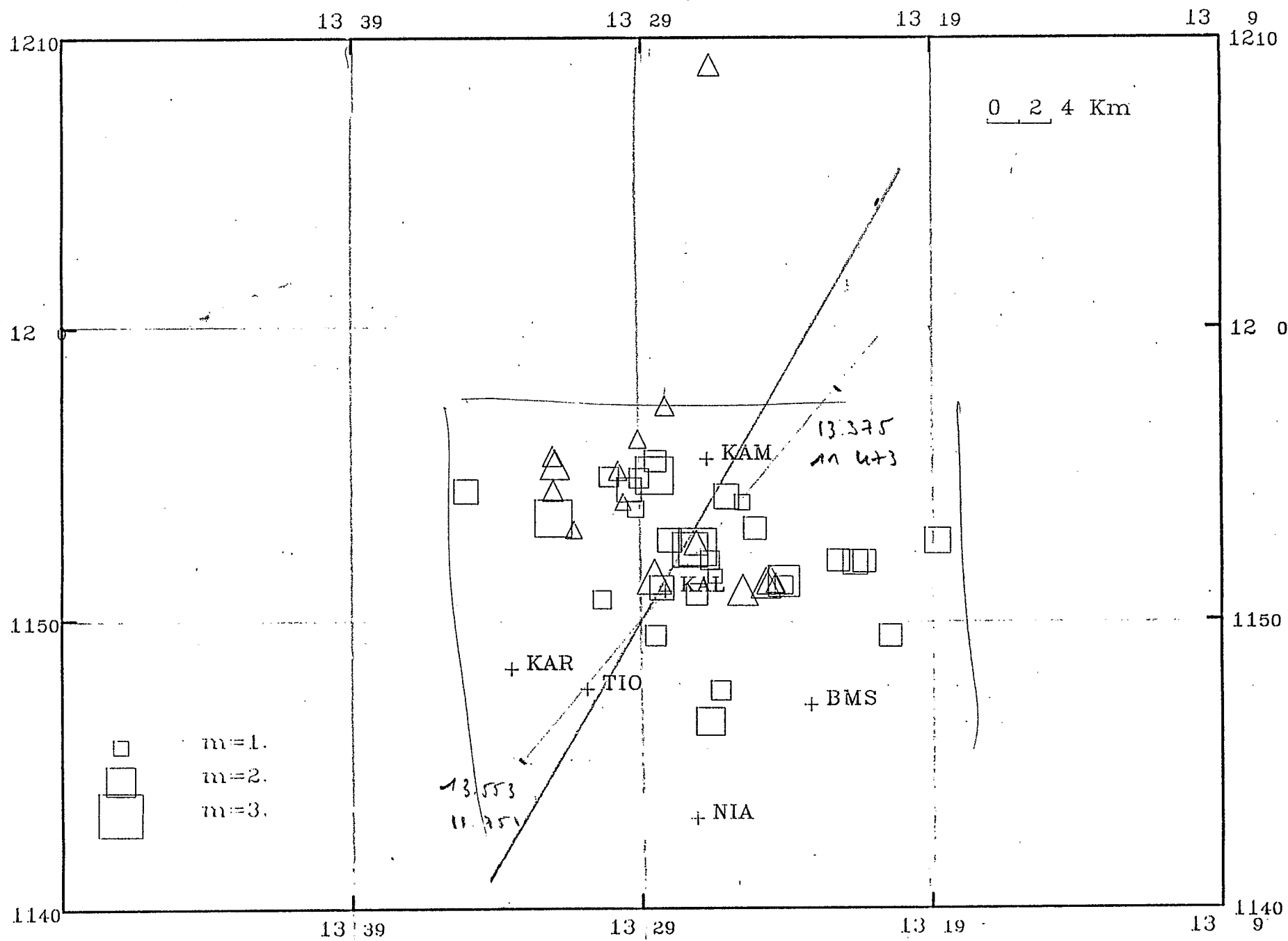


FIG.7

NE-SW-N060

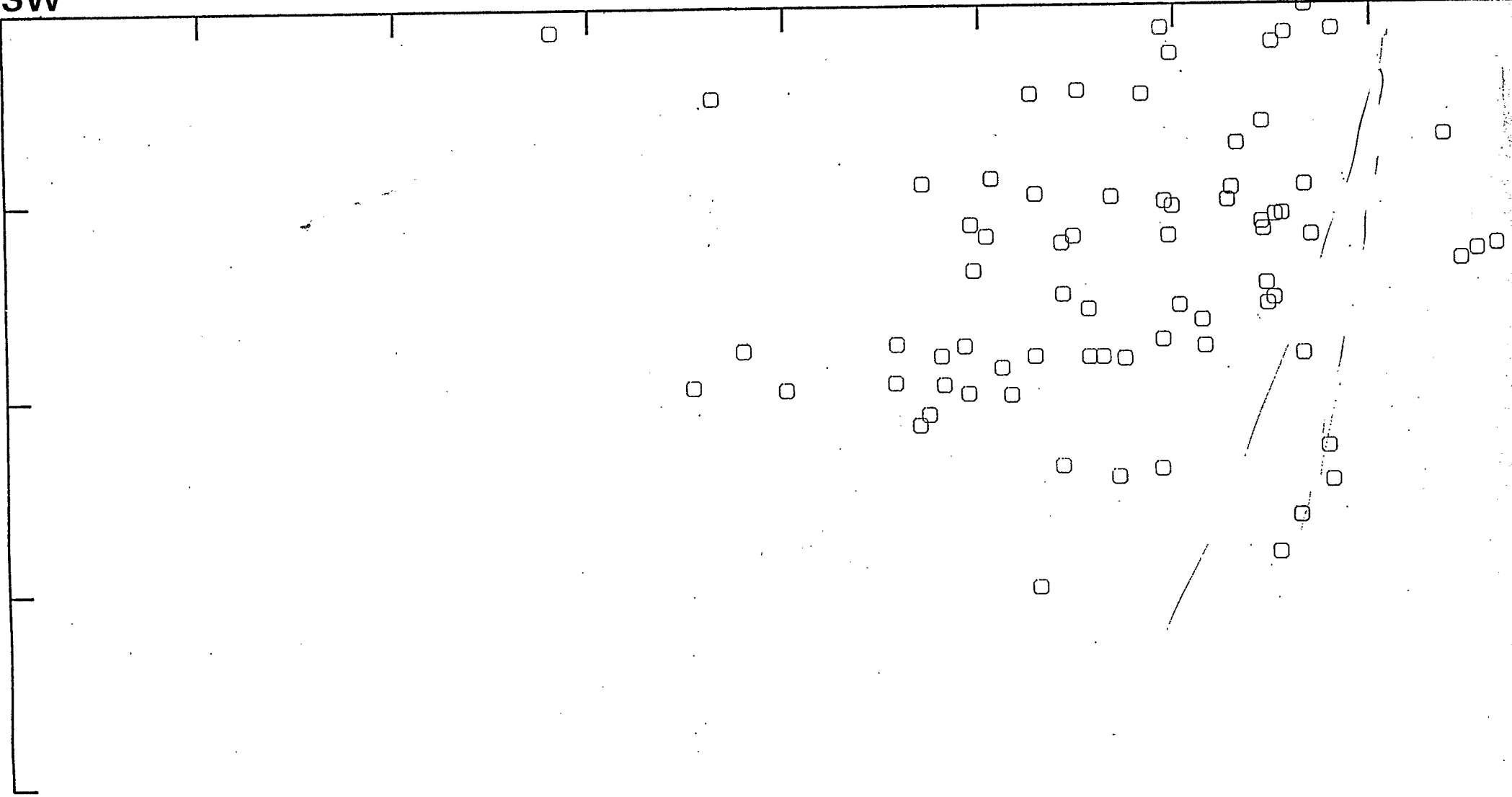
0 SW

5

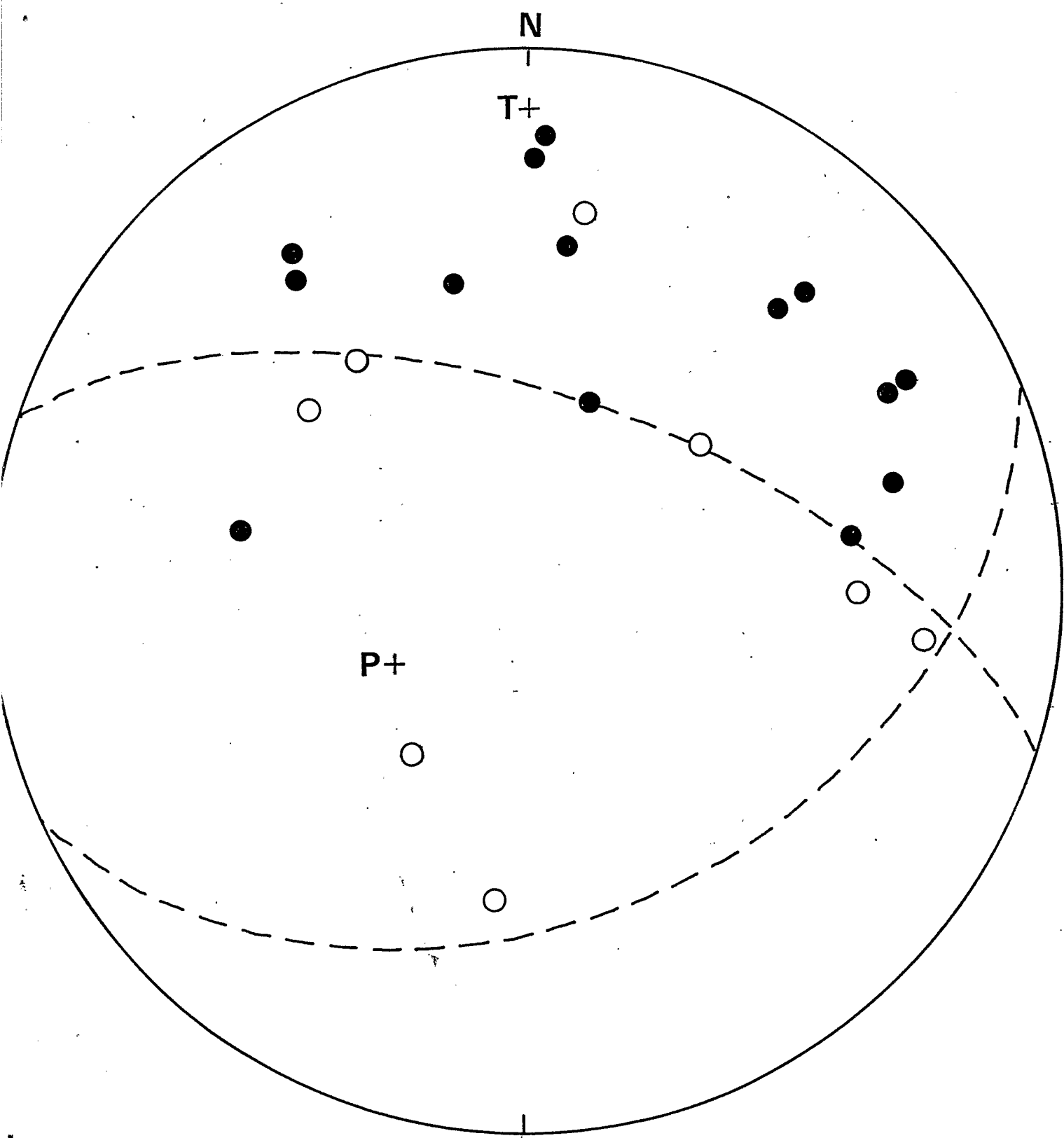
10

15

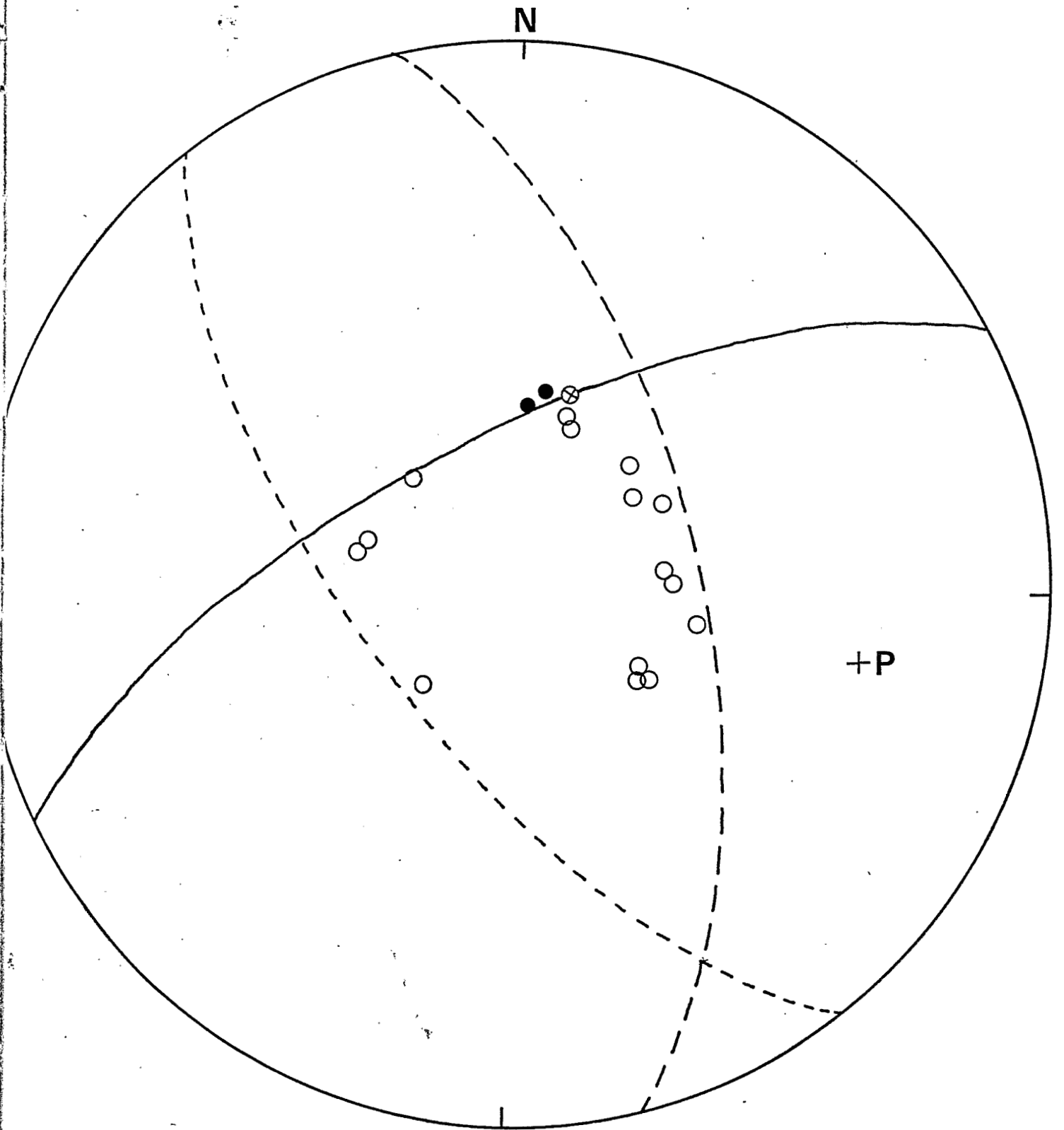
NE



ORIGINE: LAT= 1288.24 LON= 647.16 AZ= 59.6 PLONG=90. DL= 25.0



○ dilatation
● compression

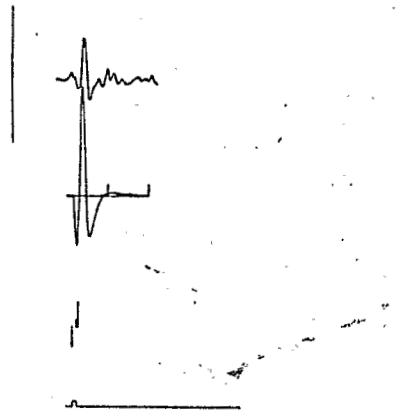


○ dilatation

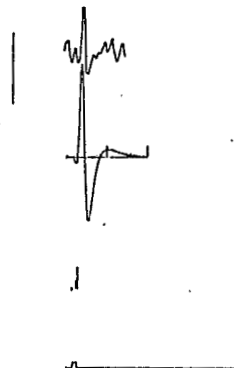
● compression

× phase nodale

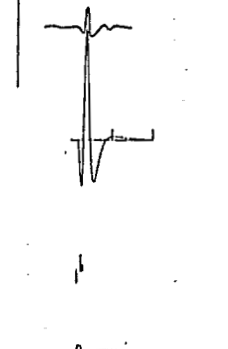
IST MO 0.024 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S



TOL MO 0.048 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S

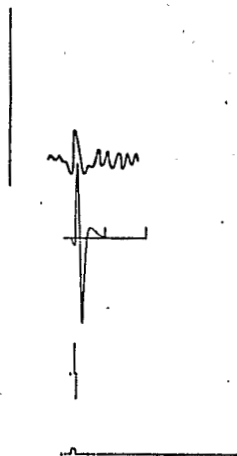


LPA MO 0.018 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S

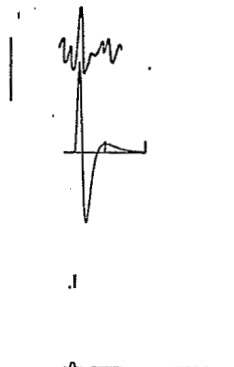


GUINEE

WES MO 0.032 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S



VAL MO 0.078 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S



COP MO 0.061 E27
PHI 242., DIP 67., SLIP 220.
H 10. KM, VP 6.0 KM/S

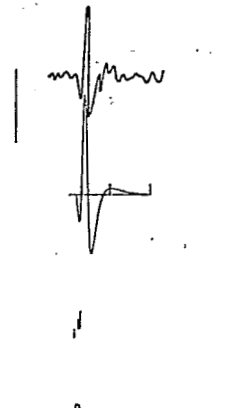
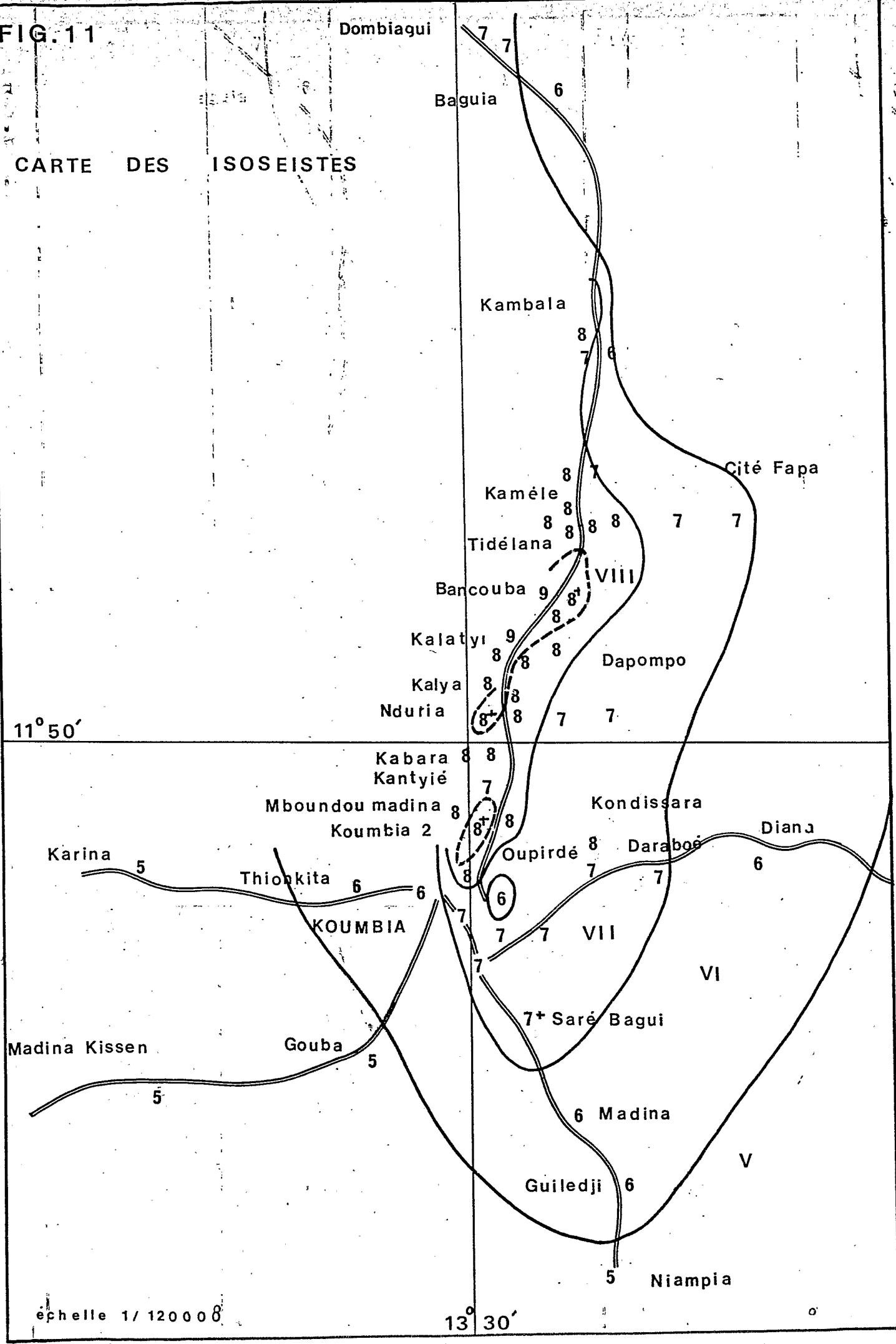


FIG. 11

CARTE DES ISOSEISTES



11° 50'

13° 30'

échelle 1/120000

FIG. 12

11° 50'

13° 30'

