

UNIVERSITÉ LOUIS PASTEUR
STRASBOURG

ANNALES
de l'Institut de Physique du Globe

Fondées par le Professeur E. ROTHÉ
Membre correspondant de l'Académie des Sciences

NOUVELLE SÉRIE

TROISIÈME PARTIE
GÉOPHYSIQUE

TOME IX

STRASBOURG
1972

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages |
|--|-------|
| J.P. ROTHÉ, La Séismicité de la France de 1961 à 1970..... | 3 |
| M.J. GRAINDOR et J.P. ROTHÉ, Séismicité et Rhegmatisme dans l'Ouest de la France | 135 |

LA SÉISMICITÉ DE LA FRANCE DE 1961 A 1970

par

J. P. ROTHÉ

Institut de Physique du Globe de Strasbourg

INTRODUCTION

La présente publication rassemble la documentation recueillie sur les séismes ressentis en France pendant la période de dix années 1961 - 1970 ; cette documentation vient s'ajouter aux renseignements publiés dans chacun des fascicules de l'Annuaire de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (2eme partie, Séismologie) pour les années 1919 à 1935, dans les fascicules des Annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg pour les années 1936 à 1939 et dans les tomes 7 et 8 de ces Annales (3eme partie, Géophysique) pour les périodes 1940-1950 et 1951-1960.

L'étude des séismes en France a été menée tant par le dépouillement des renseignements macroséismiques que par l'analyse des enregistrements microséismiques.

Les renseignements macroséismiques rassemblés par le *Bureau central sismologique français* (5 rue René Descartes, Strasbourg) sont extraits d'une part des cartes spéciales expédiées immédiatement après les secousses par les observateurs des stations de la Météorologie nationale et d'autre part des questionnaires envoyés aux maires des communes par l'intermédiaire des Préfectures. Je remercie vivement la Météorologie nationale et les services préfectoraux - en particulier les services de la Protection civile - de leur aimable et efficace collaboration.

En raison de l'abondance de la documentation recueillie le dépouillement complet des questionnaires conservés dans les archives du Bureau n'a pu être reproduit. Par contre on trouvera plus loin 56 cartes isoséistes résumant ces observations ; le tracé de ces cartes reste un moyen précieux pour la détermination des épicentres et, par suite, pour l'interprétation des phases des séismogrammes.

La publication a été préparée au Laboratoire de géophysique de l'Ecole pratique des Hautes-Etudes ; je remercie MM. Schnepf et Haeringer qui ont participé au dessin des cartes et au calcul des épicentres.

LES STATIONS SEISMOLOGIQUES FRANÇAISES

Au cours de la période 1961-1970 le nombre des stations sismologiques françaises en fonctionnement permanent s'est considérablement accru, par suite en particulier du développement du réseau de sismographes à courte période et à haute sensibilité - ayant un grandissement variant entre 250.000 et 500.000 - établi par le laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure, avec la collaboration du Commissariat à l'Energie atomique.

On trouvera ci-dessous les coordonnées des stations françaises dont les enregistrements ont été utilisés pour l'étude systématique de la séismicité de la France.

| Stations | Coordonnées | | Altitude (m) |
|-------------------------------|---------------|------------|--------------|
| | Latitude | Longitude | |
| Archignac | 45°00'35" | 1°18'42" E | 320 |
| Badole = Saint-Sauveur-Badole | 45°16'47" | 4°32'24" E | 720 |
| Bagnères (de Bigorre) | 43°03'54" | 0°08'54" E | 561 |
| Ballon de Servance | voir Servance | | |
| Besançon | 47°14'59" | 5°59'15" E | 311 |
| Buteaux (Les) | 46°59'13" | 3°58'38" E | 660 |
| Cadarache | 43°40'30" | 5°46'01" E | |
| Champ du Feu | 48°23'39" | 7°16'15" E | 1 100 |
| Clermont (Ferrand) | 45°45'46" | 3°06'09" E | 400 |
| Frestale (La) | 44°56'15" | 0°44'11" E | 160 |
| Folinière (La) | 48°45'45" | 0°28'55" W | 230 |
| Garchy | 47°17'44" | 3°04'25" E | 191 |
| Gorron | 48°23'18" | 0°51'30" W | 220 |
| Grand Ballon | 47°54'10" | 7°05'56" E | 1 350 |
| Haudompré | 48°00'19" | 6°21'00" E | 570 |
| Isola | 44°11'00" | 7°03'00" E | 870 |
| Lans = Lanslevillard | 47°17'20" | 6°54'53" E | 1 480 |
| Lorgues | 43°27'15" | 6°21'38" E | 100 |
| Lormes = Sommée-Lormes | 47°16'00" | 3°51'05" E | 520 |
| Malvaux | 47°15'56" | 3°02'19" E | |
| Monaco | 43°43'50" | 7°25'30" E | 52 |
| Monteynard | 44°57'38" | 5°41'28" E | |
| Moulis | 42°57'29" | 1°04'59" E | 450 |
| Mourre (La) | 43°20'00" | 6°30'33" E | 200 |
| Pertre (Le) | 48°01'53" | 1°02'30" W | 170 |
| Pouchou (Le) | 44°41'00" | 1°11'14" E | 330 |
| Pouilloux | 46°36'53" | 4°21'55" E | |
| Roselend | 45°41'18" | 6°37'32" E | 1 583 |
| St-Martin (du Fouilloux) | 46°36'03" | 0°08'36" W | 260 |
| St-Paul (en Forêt) | 43°33'50" | 6°41'46" E | 340 |
| St-Saulge | 47°03'41" | 3°21'25" E | 360 |
| St-Sauveur (Carouge) | 48°35'03" | 0°06'27" W | 300 |
| St-Sauveur-Badole | voir Badole | | |
| Servance (Ballon de) | 47°50'00" | 6°47'38" E | 1 200 |
| Sommée-Lormes | voir Lormes | | |
| Souberoch | 44°39'41" | 5°41'25" E | 960 |
| Souterraine (La) | 46°15'00" | 1°32'03" E | 425 |
| Strasbourg | 48°35'05" | 7°14'57" E | 135 |
| Toulx (Sainte-Croix) | 46°17'17" | 2°12'50" E | 640 |
| Vouglans | 46°23'56" | 5°39'03" E | |
| Welschbruch | 48°24'46" | 7°21'13" E | 775 |

L'analyse des enregistrements obtenus dans ces stations et, le cas échéant, dans les stations étrangères a fait l'objet d'une étude détaillée en utilisant le programme mis au point sur ordinateur par le Centre de Calcul de la Faculté des Sciences de Strasbourg. Le programme généralement utilisé pour la détermination des épicentres comporte l'emploi de tables de propagation spéciales dites "Tables d'Haslach" et mises au point par J.P. Rothé et E. Peterschmitt (voir : J.P. Rothé et E. Peterschmitt, Application of the Haslach Tables to the electronic calculation of european epicenters, Proceed. VESIAC special Study Conf., Report 4410-99X, Geophysics Laboratory, University of Michigan, Ann Arbor, 1966, pp. 151-163).

Les inscriptions obtenues à l'occasion de l'effondrement minier de Champagnole ont permis de contrôler de façon satisfaisante l'emploi de la méthode (voir plus loin N° 61).

Cependant, à l'occasion de certains séismes, et à partir d'épicentres macroséismiques bien définis, nous avons calculé les vitesses de propagation de diverses ondes (Pn, Pg, Sg). On trouvera ces valeurs indiquées plus loin dans l'étude particulière du séisme correspondant.

SEISMES ARTIFICIELS

L'augmentation du nombre et de la sensibilité des appareils a conduit à enregistrer de très nombreux phénomènes dont une partie correspond à des causes artificielles : coups de toit, constructions de routes ou d'autoroutes, exploitation de carrières. Nous avons été conduits à éliminer de nombreuses inscriptions - obtenues en particulier entre 8 heures et 18 heures - et qui correspondent probablement à des séismes artificiels. Il a été possible dans certains cas d'identifier l'origine de tels séismes. On donnera ici une liste de quelques-unes des carrières dont les tirs s'inscrivent régulièrement dans les stations sismologiques françaises.

| | | | |
|----------------------------------|-----------|----------|--|
| ALLIER | | | |
| Branssat | 46°19'4 N | 3°13'3 E | |
| MEUSE | | | |
| Pagny-sur-Meuse | 48°40'6 N | 5°43'6 E | |
| MOSELLE | | | |
| Merlebach | 49°09' N | 6°47' E | |
| NIEVRE | | | |
| Corbigny | 47°12'7 N | 3°40'7 E | |
| BAS-RHIN | | | |
| Saint-Nabor | 48°27' N | 7°25' E | |
| RHONE | | | |
| Sainte-Foy-l'Argentière | 45°44'1 N | 4°30'2 E | |
| HAUTE-SAONE | | | |
| Carrière Marquès (Vesoul) | 47°36' N | 6°14' E | |
| SAVOIE | | | |
| Carrière du Paradis (Mont-Cenis) | 45°12'3 N | 6°58'6 E | |
| Saint-Martin-de-la-Porte | 45°13'8 N | 6°26'8 E | |
| VAR | | | |
| Le Revest | 43°11' N | 6°26'8 E | |
| VOSGES | | | |
| Raon-l'Étape | 48°24' N | 6°52' E | |

PROFONDEUR DES FOYERS ; MAGNITUDE

Pour déterminer la profondeur de foyer de quelques-unes des secousses de la période 1961-1970 nous avons utilisé la formule de Gutenberg basée sur les observations macroséismiques. Si R est le rayon de la surface macroséismique et I_0 l'intensité maxima, la profondeur h du foyer peut être déduite de la formule.

$$\frac{R}{h} = \sqrt{10^{\frac{I_0}{3} - \frac{1}{2}} - 1}$$

Cette formule ne permet cependant de fournir qu'un ordre de grandeur pour la profondeur.

Pour évaluer la *magnitude macroséismique* MM nous avons utilisé la formule de Karnik

$$MM = 0,5 I_0 + \log h + 0,35$$

la profondeur h étant celle calculée par la formule de Gutenberg.

Dans le tableau suivant on a indiqué pour les principaux séismes (magnitude MM supérieure à 3,5) l'intensité maxima I_0 , le rayon R de la surface macroséismique, la profondeur h déduite de la formule de Gutenberg (le cas échéant moyenne des valeurs obtenues en considérant le rayon de l'isoséiste 5 d'une part, le rayon limite de la surface macroséismique d'autre part). MM la magnitude macroséismique déduite de la formule de Karnik ainsi que les autres déterminations de

magnitude - souvent assez divergentes - qui ont pu être effectuées par différentes stations. Il reste entendu que les valeurs indiquées pour h et MM ne représentent qu'un ordre de grandeur.

| Numéro du catalogue | Date | Io | R km | h km | MM | Autres déterminations de magnitude |
|---------------------|--------------------------------------|-----|------|------|-----|---|
| 3 | 3 mars 1961 | 6-7 | 22 | 3 | 4,1 | |
| 6 | 28 avril 1961 | 6-7 | 140 | 21 | 4,8 | 4,9 (Stuttgart) |
| 8 | 8 juin 1961 | 6 | 11 | 2 | 3,6 | |
| 9 | 22 juillet 1961 | 6 | 22 | 4 | 3,9 | |
| 11 | 26 octobre 1961 | 5 | 20 | 5 | 3,6 | |
| 12 | 2 février 1962 | 5 | 31 | 8 | 3,7 | |
| 13 | 18 février 1962 | 5 | 24 | 7 | 3,7 | |
| 15 | 14 mars 1962 | 5 | 47 | 13 | 4,0 | |
| 17 | 12 avril 1962 | 5 | 22 | 6 | 3,6 | |
| 20 | 25 avril 1962 | 8 | 85 | 5 | 5,0 | 5 3/4 (Rome) ; 5 1/4 (Praha) ; 5 (Moscou). |
| 21 | 27 avril 1962 | 5 | 22 | 6 | 3,6 | |
| 22 | 28 mai 1962 | 6 | 14 | 3 | 3,8 | |
| 23 | 7 juin 1962 | 6 | 17 | 3 | 3,8 | |
| 31 | 25 avril 1963 | 7 | 35 | 3 | 4,3 | 4,9 (Strasbourg) |
| 34 | 19 juillet 1963 (sec. principale) | (8) | 240 | 25 | 5,8 | 6 3/4 (Matsushiro) ; 6,2 (Uppsala) ; 6,5 (Rome) ; 5,8 (Eureka) ; 5,6 (CGS) ; 5,7 (Tonto F.) ; 5,7 (Tucson) ; 5,3 (Albuquerque). |
| 36 | 19 juillet 1963 | 6 | 80 | 15 | 4,5 | 4,6 (Blue M.) ; 4,5 (Uinta) ; 4,4 (CGS) ; 4,2 (Wichita). |
| 37 | 27 juillet 1963 | (7) | 100 | 18 | 5,1 | 5,5 (Blue M.) ; 5,4 (Stuttgart) ; 5,1 (CGS) ; 5,0 (Wichita) ; 5,0 (Tonto F.) 4,9 (College). |
| 40 | 29 septembre 1963 | 5 | 20 | 5 | 3,6 | |
| 46 | 22 octobre 1963 | 5 | 19 | 5 | 3,6 | |
| 48 | 4 décembre 1963 | 6 | 20 | 4 | 3,9 | |
| 49 | 7 décembre 1963 | 6-7 | 22 | 3 | 4,1 | |
| 50 | 12 décembre 1963 | 6 | 22 | 4 | 3,9 | |
| 57 | 14 mars 1964 | 7 | 180 | 22 | 5,2 | 5,3 (Collm) ; 5,2 (Kew) ; 5,2 (Blue. M) 5,1 (Pruhonice) ; 5,0 (Uinta) ; 5,0 (Praha) ; 4,9 (College) ; 4 3/4 (Moscou) ; 4,7 (CGS) ; 4,3 (Nurmijaervi) ; 4,0 (Tonto F.). |
| 64 | 29 août 1964 | 6 | 60 | 11 | 4,4 | m 4,9 (Madrid) ; m 4,6 (Uinta B.) ; m 4,4 (CGS) ; m 4,1 (Wichita) ; m 3,5 (Tonto F.). |
| 67 | 21 septembre 1964 | 5 | 32 | 8 | 3,8 | |
| 74 | 4 mars 1965 | 6 | 134 | 24 | 4,7 | MLV 3,5 (Pruhonice) |
| 76 | 13 mars 1965 | 5 | 22 | 6 | 3,6 | |
| 84 | 19 septembre 1965 | 6 | (80) | 15 | 4,5 | M 4,5 (Stuttgart) ; M (moy.) 4,5 (ISC) ; m (moy.) 4,0 (CGS) ; 4,1 (Bensberg) ; 3,9 (Pruhonice). |
| 100 | 7 avril 1966 | 6-7 | (50) | 7 | 4,7 | M (moy.) 4,4 (ISC) |
| 102 | 20 mai 1966 | 6 | 60 | 11 | 4,4 | m 5,0 (Madrid) ; M (moy.) 4,4 (ISC) ; m 3,8 à 4,6 (CGS) m (moy.) 4,2 (CGS). |
| 109 | 24 août 1966 | 5 | 18 | 5 | 3,6 | |
| 110 | 5 janvier 1967 | 6 | 12 | 2 | 3,6 | |
| 114 | 26 janvier 1967 | 5-6 | 20 | 4 | 3,7 | |
| 120 | 16 juillet 1967 | 6 | 47 | 9 | 4,3 | 4,4 (Bensberg) |
| 121 | 13 août 1967 | 8-9 | 220 | 15 | 5,8 | M 6,2 (Berkeley), M 5,9 (Addis Ababa, Nairobi) ; 5,8 (Caracas) ; M 5 3/4 (Stras- bourg) ; m 5,7 (Madrid) ; M 5,7 (Prétoria La Paz) ; M 5,5 (Pruhonice) ; m (moy.) 5,3 (CGS) ; M 5 1/4 (Moscou). |

| Numéro du catalogue | Date | Io | R km | h km | MM | Autres déterminations de magnitude |
|---------------------|-----------------------------|----|-------|------|-----|--|
| 124 | 15 octobre 1967 | 5 | 25 | 7 | 3,7 | |
| 125 | 22 octobre 1967 | 5- | 18 | 5 | 3,6 | |
| 135 | 8 mars 1968 | 5 | 22 | 6 | 3,6 | |
| 137 | 12 mars 1968 | 6 | 30 | 5 | 4,0 | m (4,8) Madrid |
| 138 | 15 mars 1968 | 5 | 34 | 9 | 3,8 | |
| 140 | 24 mars 1968 | 5 | 32 | 9 | 3,8 | |
| 141 | 7 avril 1968 | 5 | 52 | 14 | 4,0 | |
| 143 | 18 juin 1968 | 7 | 200 | 24 | 5,2 | M loc. 5 1/2 (Bensberg) ; M 5,0 (Roma) ; m (moy.) 4,7 (CGS) ; 4,7 (Uppsala) ; M 5,2 à 5,3 (Wien). m (moy.) 4,1 (CGS) |
| 145 | 27 juin 1968 | 7 | 20 | 2,5 | 4,2 | m (moy.) 4,3 (CGS) ; MLH 4,2 (Pruhonice) |
| 147 | 19 août 1968 | 7 | 70 | 8,5 | 4,8 | |
| 154 | 27 novembre 1968 | 5 | 25 | 7 | 3,7 | |
| 159 | 26 février 1969 | 7 | 150 | 18 | 5,1 | MLH 5,8 (Wien) ; MLV 5,5 (Wien) ; M loc. 4,9 (Bensberg) ; MLH 4,5 (Moxa) ; m (moy.) 4,4 (CGS). |
| 171 | 22 janvier 1970 | 7 | (200) | 24 | 5,2 | MLH 5,7 (Wien) ; MLH 5,5 (Pru- honice) ; MLH 5,6 (Bratislava) ; M 5,4 (Bensberg) ; MLH 5,2 (Moxa) ; M 5,0 (URSS) ; M 4,9 (Collm) ; m (moy.) 4,5 (CGS). |
| 174 | 14 mars 1970 à 00h.32mn. | 6 | 35 | 6 | 4,1 | |
| 175 | 14 mars 1970 à 15h.48mn. | 6 | 50 | 9 | 4,3 | m (moy.) 4,3 (CGS) |
| 176 | 16 mars 1970 | 6 | 45 | 8 | 4,2 | |
| 178 | 5 avril 1970 | 6 | 60 | 11 | 4,4 | |
| 186 | 7 juin 1970 | 5 | 18 | 5 | 3,6 | |
| 193 | 30 décembre 1970 | 5 | (60) | 16 | 4,0 | MLV 4,3 (Wien) ; MLH 3,7 (Pruhonice) ; M 4,2 (Bensberg) ; m 4,0 (CGS). |

LA SÉISMICITÉ DE LA FRANCE DE 1961 à 1970

193 secousses ou essais de secousses ont été étudiés par ordre chronologique dans le catalogue qu'on trouvera plus loin ; leurs épicentres ont été reportés sur la carte fig. A, carte sur laquelle on a représenté par des symboles différents les épicentres vérifiés par les observations macroséismiques, les épicentres calculés ainsi que les épicentres qui correspondent à des séismes artificiels ou probablement artificiels.

La répartition générale des épicentres confirme les observations présentées antérieurement (voir : J.P. Rothé, Cartes de Séismicité de la France, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, Géophysique, t. VIII, 1967, pp. 3-10). Les principales zones séismiques apparaissent à nouveau clairement :

- a) Le Massif Armoricaïn et le Nord du Massif Central
- b) Les Pyrénées et en particulier le front nord-pyrénéen
- c) Les Alpes
- d) Le Fossé rhénan

Cependant la période 1961-1970 est marquée par quelques faits nouveaux importants sur lesquels on trouvera dans le catalogue chronologique des détails aux numéros correspondants.

1/ Le séisme destructeur d'Arette (N° 121), le plus violent ressenti en France depuis 1909, s'est produit sur la partie occidentale du front nord-pyrénéen dans une région où jusqu'alors les séismes, quoique fréquents, étaient cependant restés relativement faibles tandis qu'à l'Ouest (région de Saint-Jean-Pied-de-Port) et à l'Est (région de Lourdes et Bagnères) des séismes violents avaient

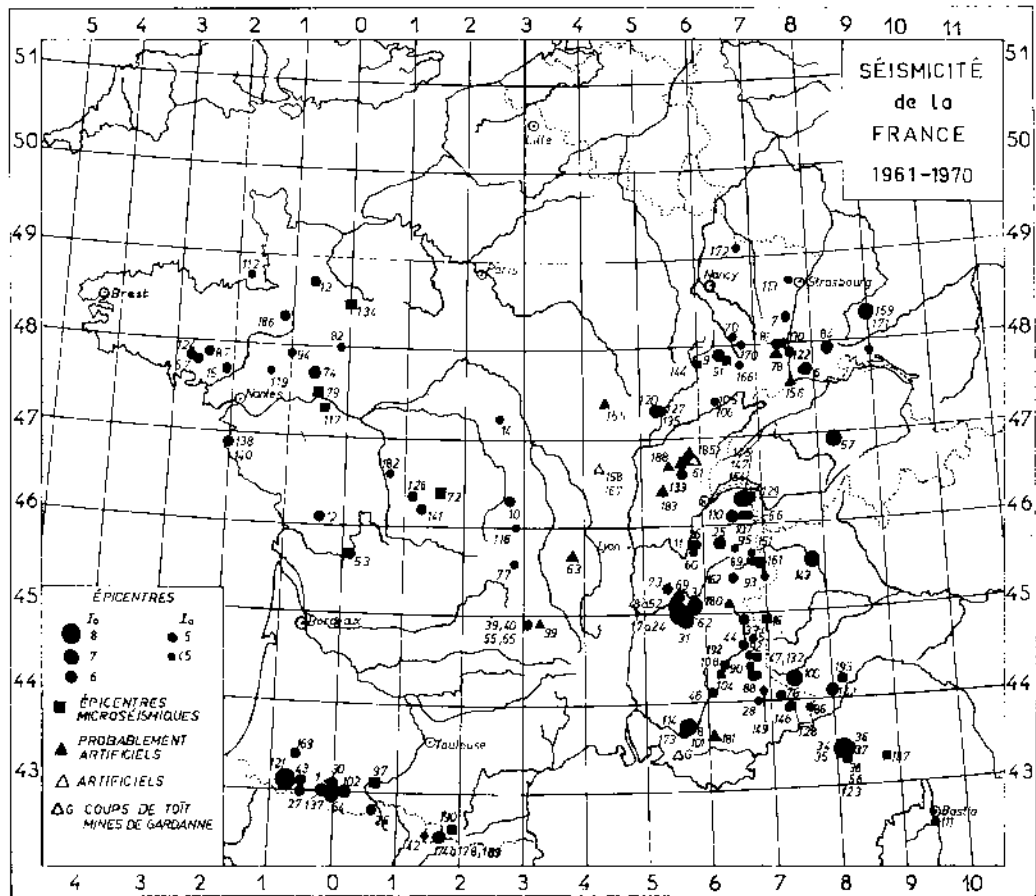


Figure A - Epicentres des séismes ressentis en France pendant la période 1961-1970.

Les numéros renvoient au catalogue détaillé ; outre les numéros portés sur la carte, voir aussi pour la région d'Arrette (Pyrénées Atlantiques), N°s 45, 125, 131 et 163 ; pour les Pyrénées centrales, N°s 41, 68, 98, 150, 152 et 157 ; pour la région de Barcelonnette (Alpes-de-Haute-Provence), N°s 83, 103 et 168 ; pour la région du barrage de Monteynard (Isère), N°s 80, 109, 160 et 191 ; pour le Jura, N°s 115, 148, 165.

Coups de toit dans le bassin minier de Gardanne (Bouches-du-Rhône) : N°s 2, 29, 32, 54, 71, 75, 96, 118, 136, 153, 164 et 184.

déjà provoqué des dégâts. Lorsqu'on a reconnu l'existence d'un accident tectonique important il faut se souvenir que cet accident peut être dangereux sur n'importe quelle partie de son tracé.

2/ Un essaim de secousses s'est produit en 1970 (N°s 174 à 178, 189 et 190) dans la région sud de l'Andorre dont la sismicité était jusqu'ici restée faible.

3/ Dans le Massif Armoricain les deux séismes du 15 et 24 mars 1968 (N°s 138 et 140) ont confirmé la sismicité de la région de Bouin-Bourgneuf-en-Retz (Vendée) où s'était produit en 1799 un séisme destructeur.

4/ Le seuil morvano-vosgien a montré une activité notable (N°s 9, 70, 91, 105, 106, 120, 127, 135, 144, 166, 170) en liaison probable avec les grandes fractures orientées NE-SW qui prolongent vers le Sud-Ouest les failles du fossé rhénan.

5/ Une secousse (N° 133) a intéressé la région de Clairvaux, dans le Jura, dont l'activité sismique avait jusqu'ici été considérée comme nulle ; cependant plusieurs autres epicentres calculés dans le Jura correspondent probablement à des séismes artificiels.

6/ Dans les Alpes il faut mentionner deux faits nouveaux : l'essaim de secousses du Chablais, dans la région d'Abondance (N°s 129, 145, 147, 154) et celui du Vercors (N°s 17 à 24, 48 à 52).

7/ Plusieurs secousses se sont produites au voisinage de Beaumont (Vaucluse) N°s 8, 101, 114, 173) confirmant la sismicité de cette localité, siège en 1812 d'un séisme destructeur.

8/ Une forte activité sismique s'est développée dans le Golfe de Gênes (N°s 34 à 38, 56, 123, 187), à l'extrémité nord-orientale de la "déchirure" que constitue la Méditerranée occidentale entre la Mer d'Alboran, les Baléares, le radeau Corse-Sardaigne et la côte ligurienne.

9/ Plusieurs séries de secousses ont été provoquées par le remplissage de lacs-barrages : Monteynard (N°s 31, 80, 109, 160) ; Grandval (N°s 39 et 40, 55, 65) ; Piastra (Piémont) (N°100).

Par ailleurs le séisme du 24 novembre 1969 (N°169) dont l'épicentre coïncide avec la structure gazéifère de Lacq pourrait avoir été provoqué par l'exploitation du gisement.

LA PROTECTION CONTRE LES SEISMES ; CLASSEMENT DES CANTONS FRANCAIS EN VUE DE L'APPLICATION DES REGLES PS-69

Le séisme destructeur d'Arette (13 août 1967) a confirmé que la France n'était pas à l'abri de secousses telluriques importantes et a attiré l'attention des Pouvoirs publics sur la nécessité de publier rapidement les règles de constructions parasismiques préparées depuis plusieurs années par une Commission présidée par M. Caquot, Membre de l'Institut, et composée de sismologues et de représentants des constructeurs et techniciens de la construction ; M. Despeyroux, Directeur général adjoint de SOCOTEC a assumé les fonctions de rapporteur.

Le Document définitif a été publié en octobre 1970 sous le nom de *Règles parasismiques 1969 et Annexes* (Règles PS-69) par la société de Diffusion des techniques du Bâtiment et des Travaux Publics (9, rue La Pérouse, Paris, 16e).

L'application des Règles de protection parasismique dépend de l'intensité sismique nominale jusqu'à laquelle on désire assurer la sécurité de la construction. Le choix de l'intensité nominale, à partir de l'examen de la carte des intensités maximales probables tracée par les sismologues, résulte d'un compromis entre le coût de la protection de l'ouvrage d'une part, l'intérêt que l'on attache à sa conservation et la probabilité pour qu'il subisse une secousse d'intensité égale ou supérieure à l'intensité envisagée d'autre part.

Dans les calculs des structures les sollicitations d'origine sismique sont assimilées à des forces statiques horizontales agissant au centre de gravité de chaque élément et proportionnelles à la masse de l'élément. Les Règles permettent de calculer pour chaque élément le coefficient de proportionnalité, dit "coefficient sismique". Pour plus de détails je renvoie au document complet cité plus haut. J'indiquerai seulement ici que le coefficient sismique σ est lui-même fonction du coefficient d'intensité α . Ce coefficient d'intensité dépend de la sismicité de la région et fixe par conséquent l'intensité nominale pour laquelle doit être établi le projet.

Pour l'application des Règles la France a été divisée en trois zones : une zone de sismicité nulle ou négligeable, une zone 1 de sismicité faible (intensité nominale VII) pour laquelle le coefficient α d'intensité a pour valeur 0,5 et une zone 2 de sismicité moyenne (intensité nominale VIII) pour laquelle le coefficient α d'intensité a pour valeur 1,0. Le coefficient est lui-même susceptible de varier suivant la destination des constructions (voir les Règles PS-69, p. 120).

La liste suivante contient les noms des cantons français classés en zone 1 ou en zone 2 en vue de l'application des Règles PS-69.

Classement des cantons français en vue de l'application des Règles PS-69.

AIN :

Zone 1 : Belley, Seyssel.

ALPES DE HAUTE PROVENCE

Zone 2 : Castellane, Forcalquier, Manosque, Les Mées, Moustiers-Sainte-Marie, Peyruis, Riez, Saint-Paul-d'Ubaye, Valensole, Volonne.

Zone 1 : Annot, Barcelonnette, Barême, Digne, Entrevaux, Mézel, Reillanne, Saint-André-les-Alpes, Senez, Sisteron.

HAUTES-ALPES

Zone 2 : Briançon, Guillestre, l'Argentière, Le Monétier.

Zone 1 : Aiguilles, Embrun, La Grave.

ALPES-MARITIMES

Zone 2 : Beausoleil, Breil, Cagnes, Contes, Coursegoules, Grasse, Lantosque, Le Bar, L'Escarène, Levens, Menton, Nice, Roquebillière, Roquesteron, Saint-Auban, Saint-Martin-Vésubie, Saint-Sauveur-sur-Tinée, Saint-Vallier, Sospel, Vence, Villars-sur-Var, Villefranche-sur-Mer.

Zone 1 : Antibes, Cannes, Guillaumes, Le Cannet, Puget-Théniers, Saint-Etienne-de-Tinée, Tende.

BOUCHES-du-RHONE

Zone 2 : Aix-en-Provence, Chateaurenard, Eyguières, Lambesc, Orgon, Peyrolles, Salon.

Zone 1 : Berre, Gardanne, Saint-Rémy, Tarascon, Trets.

DROME

Zone 1 : Bourdeaux, Buis-les-Baronnies, Crest (Sud), Dieulefit, La Chapelle en Vercors, Grignan, Nyons, Pierrelatte, Saint-Jean-en-Royans, Saint-Paul-Trois-Châteaux.

GARD :

Zone 2 : Roquemaure, Villeneuve-lès-Avignon.

Zone 1 : Aramon, Ragnols-sur-Cèze, Remoulins.

HAUTE-GARONNE

Zone 1 : Saint-Béat, Bagnères-de-Luchon.

ISERE :

Zone 1 : Grenoble, Le-Grand-Lemps, Le Monestier-de-Clermont, Le Pont-de-Beauvoisin, Pont-en-Royans, Rives, Saint-Etienne-de-Saint-Geoirs, Saint-Geoire-en-Valdaine, Saint-Marcellin, Sassenage, Tullins, Vif, Villard-de-Lans, Vinay, Virieu, Voiron.

PYRENEES-ATLANTIQUES :

Zone 1 : Accous, Aramits, Arudy, Laruns, Mauléon-Licharre, Nay, Oloron-Sainte-Marie, Pontacq, Saint-Etienne-de-Baigorry, Saint-Jean-Pied-de-Port, Tardets-Sorholus.

HAUTES-PYRENEES

Zone 1 : Argelès-Gazost, Arreau, Aucun, Bagnères-de-Bigorre, Bordères-Louron, Campan, La Barthe-de-Neste, Lannemezan, Lourdes, Luz-Saint-Sauveur, Mauléon-Barousse, Ossun, Saint-Laurent-de-Neste, Saint-Pé, Tarbes (Sud), Vieille-Aure.

BAS-RHIN

Zone 1 : Barr, Benfeld, Bischwiller, Brumath, Erstein, Geipolsheim, Haguenau, Lauterbourg, Marckolsheim, Obernai, Schiltigheim, Sélestat, Seltz, Soultz-sous-Forêts, Strasbourg, Wissembourg.

HAUT-RHIN :

Zone 2 : Huningue, Sierentz.

Zone 1 : Altkirch, Andolsheim, Cernay, Colmar, Dannemarie, Ensisheim, Ferrette, Guebwiller, Habsheim, Hirsingue, Kayersberg, Mulhouse, Neuf-Brisach, Ribeauvillé, Rouffach, Soultz, Wintzenheim, Wittenheim.

HAUTE-SAONE :

Zone 1 : Faucogney, Saint-Loup-sur-Semouse

SAVOIE :

Zone 1 : Aime, Albens, Beaufort, Bourg-Saint-Maurice, Bozel, La Motte-Servolex, Le Pont-de-Beauvoisin, Moutiers, Ruffieux, Saint-Genix, Saint-Jean-de-Maurienne, Saint-Michel-de-Maurienne, Yenne.

HAUTE-SAVOIE :

Zone 2 : Chamonix, Saint-Gervais.

Zone 1 : Abondance, Annecy (Nord), Bonneville, Cruseilles, Frangy, Le Biot, Reignier, Rumilly, Saint-Geoire-Faucigny, Sallanches, Samoëns, Seyssel, Taninges.

VAR :

Zone 2 : Aups, Comps-sur-Artuby, Rians, Tavernes.

Zone 1 : Barjols, Callas, Cotignac, Draguignan, Fayence, Saint-Maximin-la-Sainte-Beaume, Salernes.

VAUCLUSE :

Zone 2 : Avignon, Bédarrides, Cadenet, Cavallon, Pertuis.

Zone 1 : Apt, Beaumes-de-Venise, Bollène, Bonnieux, Carpentras, l'Isle-sur-Sorgue, Malaucène, Mormoiron, Orange, Pernes, Vaison-la-Romaine, Valréas.

VOSGES :

Zone 1 : Plombières, Remiremont, Xertigny.

BIBLIOGRAPHIE

Quelques articles ou mémoires relatifs à la sismicité de la France ont été publiés entre 1961 et 1970 ; on en trouvera ci-dessous la liste.

AHORNER L., Seismotectonic Relations between the Graben Zones of the Upper and Lower Rhine Valley, *Graben Problems. Int. Upper Mantle Project, Scient. Report N° 27*, Stuttgart 1970 pp.155-166.

BOSSOLASCO M. e EVA C., Il Terremoto del 19 Luglio 1963, con epicentro nel Mar Ligure, *Geofis. e Meteorologia*, vol. XIV, 1965, pp. 6-18.

BOUYRIE M., Le séisme d'Arette, Centre régional de documentation pédagogique (75, cours d'Alsace-et-Lorraine, Bordeaux), 1970 : Dossier comprenant un texte, 7 diapositives, un disque et une carte.

GRAINDOR M.J., Influence des dislocations majeures du Massif Armoricaïn sur la néotectonique, *Rev. Géographie phys. et Géologie dynamique*, (2), vol. XII, Paris, 1970, pp. 25-34.

HILLER W., ROTHÉ J.P. et SCHNEIDER G., La sismicité du Fossé rhénan, *Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 3e partie (Géophysique), t. VIII, 1967, pp. 11-17.

PELLETIER H., Notes historiques sur les séismes en Auvergne, *Rev. Sc. Natur. Auvergne*, vol 35, 1969, pp. 23-32.

PIOLLE X., Le tremblement de terre d'Arette, *Rev. Géographie Pyrénées et Sud-Ouest*, t. 39, fasc.4, Toulouse 1968, pp. 23-32.

ROLLANDO Y., Contribution à la Géologie vannetaise, 2 vol. ronéotypés, 1969 (voir en particulier le chapitre : Les séismes vannetais, pp. 426-480).

ROTHÉ J.P., Cartes de sismicité de la France, *Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg* 3e partie (Géophysique), t. VIII, 1967, pp. 3-10.

ROTHÉ J.P., Séismes artificiels, *Tectonophysics*, vol 9, 1970, pp. 215-228.

ROTHÉ J.P., Note sur la sismicité de la France métropolitaine, Règles parasismiques 1969 et annexes, Paris, 1970 (Soc. diffusion techniques bâtiment et Travaux Publics, 9 rue La Pérouse, Paris, 16e), pp. 150-168.

ROTHÉ J.P. et DECHEVOY N., La sismicité de la France de 1951 à 1960, *Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 3e partie (Géophysique), t. VIII, 1967, pp. 19-84.

ROTHÉ J.P. et SCHNEIDER G., Catalogue des tremblements de terre du Fossé rhénan(1921-1965), Veröffentl. Landes-erdbebendienst Baden-Württemberg, 1968, 1 fasc., 91 p.

ROTHÉ J.P. et VITART M., Le séisme d'Arette et la séismicité des Pyrénées, *C.R. 94e Congrès Soc. Savantes* (Pau, 1969), t. II, Paris 1970, pp. 305-319.

CATALOGUE GENERAL DES SEISMES RESSENTIS OU ENREGISTRES ET AYANT LEUR EPICENTRE EN FRANCE OU DANS LES REGIONS LIMITOPHES

1. - 15 janvier 1961 à 04 h, 27 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°0 N, 0°2 W

La secousse a été signalée par la station météorologique de Lourdes ; on a noté les intensités suivantes : 5 à Salles (c. d'Argelès-Gazost) et à Arcizans-dessus (c. d'Aucun), 4 à Lourdes, 3 à Saint-Pé, à Arrens (c. d'Aucun) et à Arras (c. d'Aucun).

Réponses négatives : Paréac, Germs et Ségus (c. de Lourdes), Cauterets et Préchac (c. d'Argelès), Luz, Gavarnie, Grust et Viscos (c. de Luz), Gaillagos (c. d'Aucun), Loubajac (c. de Saint-Pé), Arreau, Bagnères-de-Bigorre, Vieille Aure, La surface macroséismique est d'environ 400 km².

D'après ces observations l'épicentre macroséismique est situé sur le front nord-pyrénéen au nord-ouest d'Argelès-Gazost.

La secousse a été inscrite à l'observatoire de Bagnères-de-Bigorre (IP : 04 h, 27 mn, 50 s.)

2. - 23 février 1961 à 20 h, 45 mn. - Bouches-du-Rhône : 43°25'N, 5°29'E

La secousse, "huit fois plus forte que les coups de toit habituels du bassin de lignite de Provence" a été ressentie à Gardanne (int. 5), à Meyreuil (int. 4-5) où des fissures ont été observées dans une vieille maison et où on a cru à une grosse secousse de la mine, à Gréasque (int. 4), à Simiane (int. 4), au Tholonet (int. 3), à Minet (int. 3), à Fuveau (int. 3) et à Aix-en-Provence (int. 2).

24 réponses négatives, en particulier de Bouc-Bel-Air et Les Pennes (c. de Gardanne), Egulles, Venelles, Tholonet et Vauvenargues (c. d'Aix), Beaurecueil, Chateaufort-le-Rouge et Peynier (c. de Trets), Cadoilive, La Bouilladisse et Auriol (c. de Roquevaire).

D'après les observations l'épicentre est situé aux environs de Gardanne, dans la région des exploitations de lignite (43°25'N, 5°29'E) et on peut penser qu'il s'agit d'un coup de toit particulièrement violent, ressenti en surface sur environ 150 km².

La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-------|----------------------|-------|----------------------|--|--|
| 152 | Isola | iPg | 20 h, 45 mn, 59,5 s. | iSg | 20 h, 46 mn, 18,0 s. | | |
| 161 | Monaco | ePg | 46 00,5 | iSg | 46 21,0 | | |
| | Monaco | i | 46 02,5 | | | | |
| 323 | Clermont | e(Sn) | 46 54 | e(Sg) | 47 14 | | |
| 438 | Bagnères | iPg | 46 49 | | | | |
| 468 | Garchy | i | 47 11,2 | iSg | 47 52 | | |
| 845 | Stuttgart | eSn | 48 54 | | | | |

Heure origine : 20 h, 45 mn, 33 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,8 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,4 km/s.

3. - 3 mars 1961 à 00 h, 52 mn. - Isère : 45°08'N, 5°51'E

Ressentie sur une surface de 1600 km² (figure 1) la secousse s'est produite sur le flanc nord-ouest du massif de Belledonne à la limite occidentale des affleurements du socle cristallin. D'après J. Debelmas on peut interpréter ce séisme comme le jeu d'une faille du socle à la limite du massif de Belledonne et du Graisivaudan.

Enquête macroséismique : 113 réponses dont 63 positives. Intensités : 6-7 à Gières (c. de Grenoble), chutes de tuiles et de 2 cheminées ; 6 à Rioupéroux, commune de Livet-et-Gavet (c. de Bourg-d'Oisans), chute de quelques têtes de cheminées, 5 à Saint-Martin d'Uriage, Eybens, Domène, Vaulnaveys-le-Bas, Montchaboud, Champ-sur-Drac, Vizille, Champagnier, Jarrie, Varcas-Allières, Villard-Reculas, Sainte-Agnès, Pierre-Châtel, Saint-Jean-le-Vieux, Le Périer, Saint-Nazaire, Le Versoud. A Grenoble la secousse a été ressentie par une grande partie de la population, à tous les étages.

Le séisme a été inscrit dans plusieurs observatoires jusqu'à une distance d'environ 1200 km.

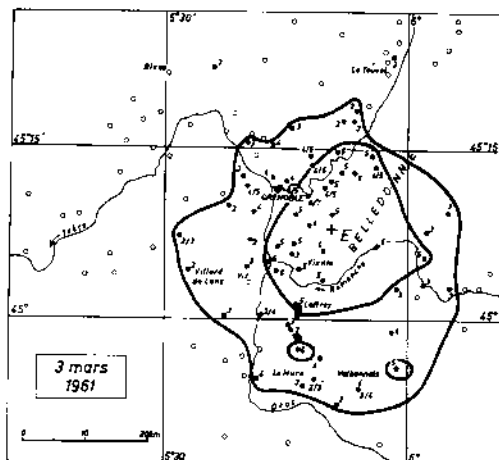


Figure 1 -

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | |
|------|-----------------|--------|----------------------|-------|----------------------|--|--|
| 142 | Isola | ePn | 00 h. 52 mn. 50,5 s. | iSg | 00 h. 53 mn. 12,6 s. | | |
| 200 | Monaco | ePn | 53 01,7 | iSg | 53 30,5 | | |
| | Monaco | iPg | 53 05,2 | | | | |
| 224 | Neuchâtel | | | iSg | 53 30 | | |
| 226 | Clermont | ePg | 53 09 | iSg | 53 39 | | |
| 235 | Besançon | | | eSg | 53 42 | | |
| 322 | Garchy | ePn | 53 12 | iSg | 53 39 | | |
| | Garchy | iPg | 53 21 | | | | |
| 410 | Strasbourg | e(Pb) | 53 36 | eSg | 54 27 | | |
| 414 | Messstetten | e(Pg) | 53 36 | eSg | 54 29,7 | | |
| 481 | Stuttgart | ePg | 53 47,6 | eSg | 54 44,5 | | |
| 482 | Parc Saint Maur | ePn | 53 33,9 | e(Sg) | 54 53,0 | | |
| 594 | Saint-Sauveur | ePn | 53 48,2 | ePg | 54 11,4 | | |
| 626 | Gorron | ePn | 53 51,4 | ePg | 54 16,2 | | |
| 628 | Folnière | ePn | 53 50,8 | ePg | 54 16,4 | | |
| 770 | Munster | e | 56 27 | e | 56 35 | | |
| 775 | Iena | e | 56 50 | eSg | 56 12 | | |
| 840 | Halle | i | 56 33 | | | | |
| 847 | Pruhonic | ei(Pg) | 55 30,2 | eiSg | 56 35 | | |
| 868 | Collm | e | 56 06 | eSg | 56 44,7 | | |
| 1195 | Durham | | | eS | 56 06 | | |

Les distances sont calculées à partir de l'épicentre macrosismique.

Heure origine calculée : 00 h. 52 mn. 27 s.

4. - 29 mars 1961 à 03 h. 54 mn. - Hautes-Pyrénées : vers 43°0 N, 0°2 W

La secousse a été signalée par la station météorologique de Lourdes où l'intensité a atteint le degré 5 ; la secousse a également été ressentie à Pierrefite-Nestalas à 20 km au sud de Lourdes. Il n'a pas été fait d'enquête. Cependant la secousse a été suffisamment importante pour être inscrite dans quelques observatoires.

| Km | | | | | | |
|-----|------------------|-----|----------------------|------|-----|--------------------|
| 28 | Bagnères | iPg | 03 h. 54 mn. 49,7 s. | | | |
| 249 | Tortosa | | | | iSg | 03 h. 56 mn. 00 s. |
| 404 | Clermont-Ferrand | | | | eSg | 56 43 |
| 542 | Garchy | eSn | 56 | 55 | iSg | 57 21 |
| 601 | Gorron | ePn | 56 | 04,2 | eSg | 57 36,0 |
| 621 | Saint-Sauveur | ePn | 56 | 06,2 | eSg | 57 39,6 |
| 641 | Folnière | ePn | 56 | 10,8 | eSg | 57 45,8 |

Heure origine : 03 h. 54 mn. 44 s.

Vitesse de l'onde Sg : 3,5 km/s.

5. - 28 avril 1961 à 04 h. 37 mn. - Haute-UBaye : 44°33'N, 6°44'E

Réplique de l'important séisme du 5 avril 1959 ; la secousse a été enregistrée dans plusieurs observatoires et ressentie à Ceillac (int. 3). Il n'a pas été fait d'enquête.

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|
| 44 | Isola | iPg | 04 h. 37 mn. 40,9 s. | | iSg | 04 h. 37 mn. 46,3 s. |
| 272 | Neuchâtel | ePg | 38 | 20 | | |
| 306 | Besançon | | | | eSg | 39 03 |
| 320 | Clermont | ePg | 38 | 31,5 | eSg | 39 09,5 |
| 420 | Garchy | iPn | 38 | 34,0 | iSn | 39 17 |
| | Garchy | iPg | 38 | 46,3 | iSg | 39 31,6 |
| 454 | Strasbourg | ePg | 38 | 54 | e | 40 00 |
| 506 | Stuttgart | e | 39 | 36 | | |
| 693 | Saint-Sauveur | eP | 39 | 06,5 | | |
| 725 | Gorron | eP | 39 | 11,2 | | |
| 727 | Folnière | eP | 39 | 11,0 | | |
| 882 | Collm | | | | eSg | 41 59 |

Heure origine calculée : H = 04 h. 37 mn. 33,5 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,7 km/s ; vitesse de l'onde Pn : 8,25 km/s.

6. - 28 avril 1961 à 20 h. 48 mn. - Forêt Noire : 47°43'N, 7°53'E

Important séisme ressenti sur une surface d'environ 60000 km², qui a causé de légers dégâts à Gersbach, Rümmlingen et Schönau (Kreis Lörrach) dans le Sud de la Forêt-Noire (voir : G. Schneider, Die Erdbeben in Baden-Württemberg 1955-1962. Veröffentl. Landeserdbebendienstes Baden-Württemberg, 1964).

Une enquête détaillée par questionnaires a permis de tracer la carte des isoséistes sur territoire français. 763 réponses ont été reçues dont 553 positives. L'intensité n'a pas dépassé le degré 5. Sur la carte figure 2 ont été portées les intensités moyennes par cantons (les observations négatives étant comptées pour l'intensité 1). Cette carte fait apparaître un axe d'intensité maximum orienté SE-NW. Dans cette direction la secousse a été ressentie jusqu'à plus de 170 km alors qu'au contraire vers le sud-ouest le rayon macroséismique ne dépasse pas 100 km.

Le séisme a été enregistré dans de nombreux observatoires jusqu'à une distance d'environ 1000 km (voir bulletin B.C.I.S., avril 1961, p. 620).

Les données épacentrales suivantes ont été indiquées par G. Schneider :

Heure origine : 20 h. 48 mn. 49,1 s. ; Coordonnées : 47°43'N, 7°53'E ; Profondeur du foyer : 22,5 km ; Intensité maximum : 6 ; Magnitude M : 4,9.

7. - 2 mai 1961 à 07 h. 56 mn. - Bas-Rhin : 48°3 N, 7°6 E

La secousse a été localement ressentie à une trentaine de kilomètres au Sud de Strasbourg avec l'intensité 5 à Gerstheim et l'intensité 3 à Rhinau et à Boofzheim.

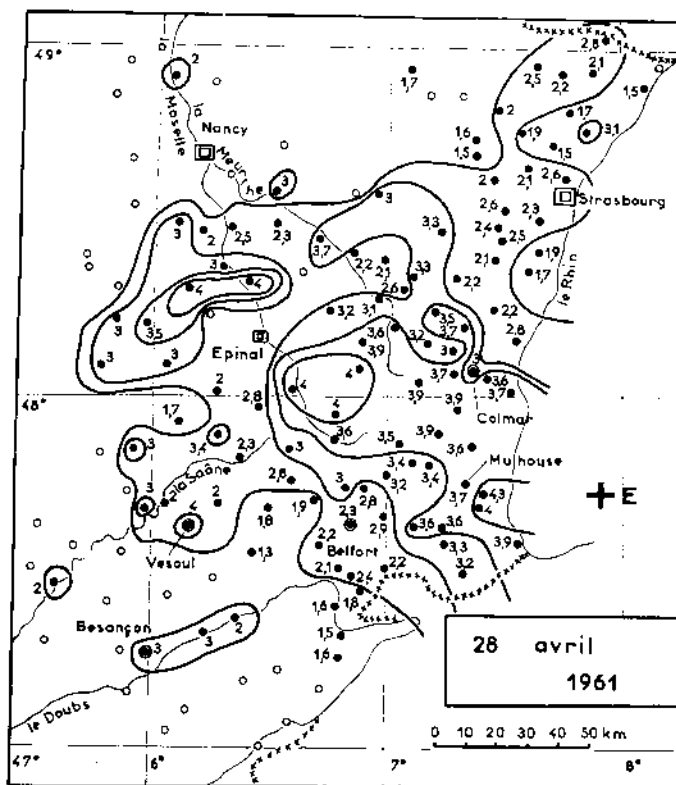


Figure 2 -

Les localités de Benfeld, Bindernheim, Erstein, Sermersheim et Sundhouse ont mentionné une autre secousse le même jour vers 20 h. 40 mn. (T.U.). Réponses négatives de Huttenheim, Rossfeld, Kogenheim, Sand, Herbsheim, Witternheim, Friesenheim, Diebolsheim, Matzenheim, Daubensand.

La région de Gerstheim, sur la structure géologique du "seuil d'Erstein", est connue pour sa sismicité (voir : J.P. Rothé et N. Dechevoy, la Sismicité de la France de 1951 à 1960, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, t. VIII, 1967, p. 73).

La secousse de 07 h. 56 mn. a été enregistrée dans plusieurs observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 33 | Strasbourg | iPg | 07 h. 56 mn. | 40,0 s. | iSg | 07 h. 56 mn. | 44,4 s. |
| 98 | Karlsruhe | ePg | 56 | 50 | eSg | 57 | 01,4 |
| 110 | Tübingen | ePg | 56 | 53,4 | iSg | 57 | 05,6 |
| 134 | Stuttgart | ePg | 56 | 55,2 | eSg | 57 | 09,1 |
| 147 | Heidelberg | ePg | 56 | 58,3 | eSg | 57 | 14,8 |
| 153 | Neuchâtel | iPg | 57 | 03,2 | iS | 57 | 22 |
| 160 | Ravensburg | | | | eSg | 57 | 20,7 |
| 357 | Carchy | i | 57 | 47,4 | iSg | 58 | 19,0 |
| 571 | Saint-Sauveur | i | 58 | 00,4 | | | |
| 599 | Folinière | iP | 57 | 56,9 | | | |
| 626 | Gorron | iP | 58 | 01,0 | | | |

Heure origine calculée : 07 h. 56 mn. 34 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,8 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,4 km/s.

8. - 8 juin 1961 à 07 h. 26 mn. - Beaumont : 43°45'N, 5°41'E

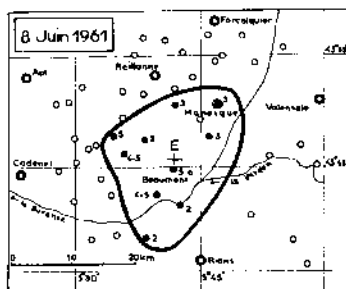


Figure 3 -

La surface macroséismique (400 km²) est bien définie (figure 3). L'épicentre est voisin de Beaumont-de-Pertuis où s'était produit le 20 mars 1812 un séisme qui avait provoqué des dégâts (voir : J.P. Rothé, la sismicité des Alpes occidentales, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. III, p. 31).

On a noté l'intensité 5-6 à Beaumont (où une cheminée est tombée), 5 à Peypin d'Aigues, 4-5 à Mirabeau et Grambois, 3 à la Bastide (Vaucluse), Sainte-Tulle, Montfuron et Manosque (Basses-Alpes), 2 à Saint-Paul-lez-Durance et Jouques (Bouches-du-Rhône).

74 questionnaires envoyés ; 67 réponses dont 10 positives.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires.

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|
| 119 | Isola | ePg | 07 h. 27 mn. 14,5 s. | eSg | 07 h. 27 mn. 28,0 s. | |
| 140 | Monaco | iPg | 27 17,8 | iSg | 27 34,2 | |
| 443 | Garchy | i | 28 (04,2) | iSg | 29 03,4 | |
| 698 | Saint-Sauveur | | | eSg | 30 19,9 | |
| 721 | Gorron | | | eSg | 30 23,5 | |
| 732 | Folinière | | | eSg | 30 29,4 | |

Heure origine calculée : 07 h. 26 mn. 54 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,85 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,4 km/s.

9. - 22 juillet 1961 à 22 h. 05 mn. - Vosges : 47°9 N, 6°4 E

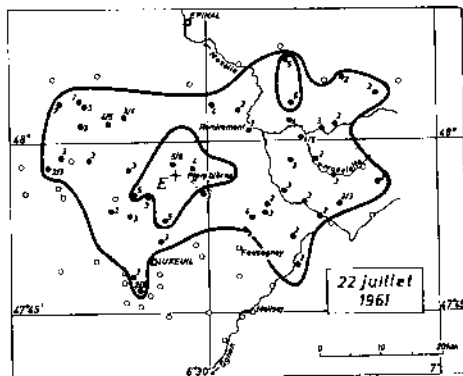


Figure 4 -

La secousse, ressentie sur environ 1500 km², s'est étendue largement dans le sens ouest-est (figure 4). L'épicentre macroséismique se trouve dans la région de Plombières (Vosges) région où s'était produit le 12 mai 1682 un séisme destructeur (voir : A. Uhry, le tremblement de terre de Plombières-Remiremont (1682), Annales de Géographie, t. XXII, 1913, Paris, pp. 300-309). L'activité sismique, confirmée par la secousse de 1961 s'étend en direction varisque suivant un axe Bourbonnelles-Bains, Plombières, Remiremont, Colmar. On notera que dans la région de Plombières les affleurements de roches cristallines sont caractérisés par une radioactivité élevée (voir : W. Hiller, J.P. Rothé et G. Schneider, La sismicité du fossé rhénan, Annales Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e part., Géophysique, t. VIII, 1967, pp. 11-17).

On a noté les intensités suivantes : 5-6 à Ruau (réveil général, bruit d'explosion), 5 à Bellefontaine, Fontenoy-le-Château, Aillevillers, Fougerolles, 4-5 aux Voivres, 4 à Plombières et Val d'Ajol ; en outre l'intensité 5 a été observée dans 2 localités éloignées de la zone épiscopentrale (Cleurie et Tendon).

Enquête macroséismique : 107 réponses dont 55 positives.

La secousse a été enregistrée dans de nombreux observatoires.

| Km | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|------|----------------------|--|
| 78 | Besançon | | | eiSg | 22 h. 05 mn. 11,5 s. | |
| 97 | Bâle | eP | 22 h. 05 mn. 02,5 s. | eS | 05 15 | |
| 109 | Neuchâtel | iP | 05 04,9 | iS | 05 17,7 | |
| 127 | Strasbourg | iPg | 05 07,3 | iSg | 05 22,5 | |

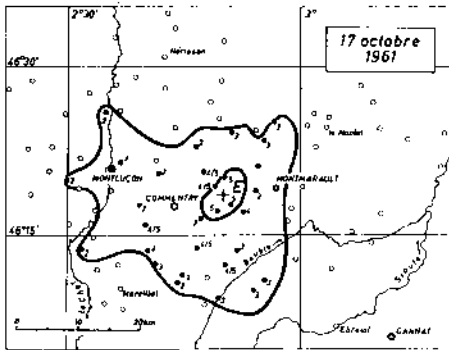
| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|------|--------------|---------|--|
| 193 | Karlsruhe | eP | 22 h. 05 mn. | 20,8 s. | eS | 22 h. 05 mn. | 43,8 s. | |
| 194 | Messstetten | ePg | 05 | 17,5 | eSg | 05 | 40,5 | |
| 204 | Lormes | ePn | 05 | 16,2 | ePg | 05 | 18,4 | |
| 209 | Tübingen | ePg | 05 | 20 | eSg | 05 | 45,1 | |
| 234 | Stuttgart | ePg | 05 | 22,5 | eSg | 05 | 50,7 | |
| 239 | Heidelberg | ePg | 05 | 24 | eSg | 05 | 53 | |
| 241 | Ravensburg | | | | eiSg | 05 | 53,8 | |
| 259 | Garchy | iPn | 05 | 22,7 | iSg | 05 | 58,7 | |
| | Garchy | iPg | 05 | 29,8 | | | | |
| 306 | Paris | | | | iSg | 06 | 14,5 | |
| 346 | Clermont | | | | eSg | 06 | 25,5 | |
| 489 | Saint-Sauveur | ePg | 06 | 08,6 | | | | |
| 519 | Folnière | ePn | 05 | 56,0 | eSg | 07 | 13,1 | |
| | Folnière | ePg | 06 | 15,5 | | | | |
| 542 | Gorrion | ePn | 05 | 58,2 | eSg | 07 | 16,2 | |
| | Gorrion | ePg | 06 | 18,2 | | | | |
| 609 | Collm | eP | 07 | 41 | | | | |
| 640 | Pruhonice | ei | 07 | 45 | | | | |

Les distances sont indiquées à l'épicentre macroséismique.

Heure origine calculée : 22 h. 04 mn. 45 s.

Vitesse de l'onde Pn : 8,05 km/s ; vitesse de l'onde Pg : 5,85 km/s ; Vitesse de l'onde Sg : 3,4 km/s.

10. - 17 octobre 1961 à 02 h. 30 mn. - Allier : 46°18'N, 2°50'E



Secousse ressentie sur 800 km² (figure 5) ; l'intensité 5 a été atteinte à Hyds (c. de Commentry), Bézenet (c. de Montmarault) et Louroux-de-Beaune (c. de Montmarault) et l'épicentre est probablement voisin de Hyds. La secousse a été ressentie par une partie de la population de Commentry et de Montluçon.

Enquête macroséismique : 136 questionnaires envoyés, 123 réponses dont 31 positives.

La zone épiscoptrale coïncide avec l'un des bassins carbonifères qui affleurent dans le nord du Massif Central parallèlement à la grande cassure qui s'étend au travers des terrains gneissiques et granitiques de Bourg-Lastic à Pontaumur et Montmarault, en direction SW-NE.

Figure 5 -

La secousse a été inscrite dans plusieurs observatoires :

| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|-------|--|
| 63 | Clermont | iPg | 02 h. 31 mn. | 08 s. | iSg | 02 h. 31 mn. | 15 s. | |
| 112 | Garchy | iPn | 31 | 17,1 | iSg | 31 | 31 | |
| | Garchy | iPg | 31 | 18,1 | | | | |
| 263 | Besançon | | | | eiSg | 32 | 15 | |
| 280 | Paris | i | 31 | 51 | iSg | 32 | 21 | |
| 301 | Roselend | ePg | 31 | (50) | iSg | 32 | (24) | |
| 325 | Neuchâtel | ePg | 31 | 53,3 | eSg | 32 | 32 | |
| 337 | Saint-Sauveur | eP | 31 | 44,4 | | | | |
| 362 | Gorrion | eP | 31 | 47,0 | | | | |
| 370 | Folnière | eP | 31 | 47,8 | | | | |
| 417 | Bagnères | iPg | 32 | 06,5 | iSn | 32 | 46 | |
| | Bagnères | | | | iSg | 32 | 57,5 | |
| 431 | Feldberg | ePg | 32 | 12 | e(Sg) | 33 | 01,5 | |
| 531 | Tübingen | | | | e(Sg) | 33 | 32 | |
| 557 | Stuttgart | | 33 | 32 | e | 33 | 41 | |
| 559 | Heidelberg | | 33 | 40 | | | | |

Distances calculées à partir de l'épicentre macroséismique.

Heure origine calculée : 02 h. 30 mn. 57 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,8 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,4 km/s.

11. - 26 octobre 1961 à 16 h. 59 mn. - Chautagne : 45°49'N, 5°51'E

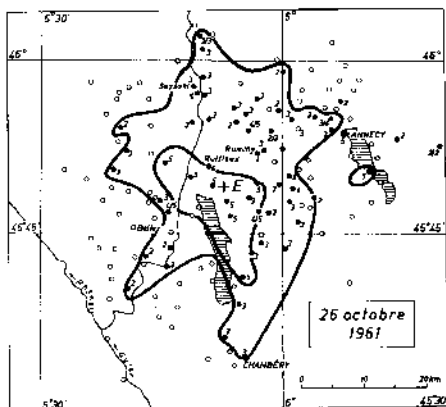


Figure 6 -

Ressentie sur 1200 km² (figure 6) la secousse a atteint son intensité maximum (5) dans plusieurs localités du canton de Ruffieux (Savoie) à Chindrieux, Vions, Conjux et à Saint-Germain (c. d'Albens, Savoie), Bloye (c. de Rumilly, Haute-Savoie) ; Béon (c. de Champagne, Ain) ; Seyssel (Ain). La secousse a été fortement ressentie à Aix-les-Bains ; elle a également été ressentie dans plusieurs quartiers d'Annecy.

L'épicentre du séisme du 26 octobre 1961 se place en Chautagne immédiatement au nord du lac du Bourget ; l'activité sismique de cette région est connue ; 19 février 1822 (45°50'N, 5°50'E) et plus récemment 27 mai 1947 (45°44'N, 5°47'E), 9 novembre 1954 (45°9 N, 5°8 E), 15 septembre 1958 (45°42'N, 5°43'E).

Enquête macroséismique : 240 questionnaires envoyés ; 184 réponses dont 70 positives.

La secousse a été inscrite dans 20 observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-------|----------------------|-------|----------------------|--|--|
| 62 | Roselend | iPg | 16 h. 59 mn. 49,2 s. | iSg | 16 h. 59 mn. 56,2 s. | | |
| 156 | Neuchâtel | ePb | 17 00 02,9 | eSb | 17 00 23 | | |
| 159 | Besançon | i(Pn) | 00 04,1 | iSb | 00 22 | | |
| 204 | Isola | ePg | 00 13,0 | iSg | 00 39,3 | | |
| 233 | Bâle | iPg | 00 18,1 | eSg | 00 46 | | |
| 263 | Monaco | iPg | 00 23,0 | iSg | 00 55,5 | | |
| 269 | Garchy | iPn | 00 18,2 | iSn | 00 52,7 | | |
| | Garchy | iPg | 00 24,2 | i | 00 54,0 | | |
| 282 | Feldberg | eiPb | 00 24,5 | e(Sb) | 00 57,0 | | |
| | Feldberg | ePg | 00 27,8 | eSg | 01 01,5 | | |
| 306 | Chur | ePg | 00 30,9 | eSg | 01 08,3 | | |
| 340 | Strasbourg | iPg | 00 40,5 | iSg | 01 23 | | |
| 354 | Messstetten | ePg | 00 39 | eSg | 01 23 | | |
| 361 | Ravensburg | ePg | 00 40 | eSg | 01 26 | | |
| 387 | Tübingen | ePg | 00 42,5 | e | 01 32 | | |
| 418 | Stuttgart | ePg | 00 47,3 | eSg | 01 36,5 | | |
| 453 | Heidelberg | ePg | 00 57 | e(Sg) | 01 50,5 | | |
| 546 | Saint-Sauveur | ePn | 00 53,6 | | | | |
| 547 | Bagnères | iPg | 01 13 | i(Sg) | 02 28 | | |
| 580 | Folinière | ePn | 00 57,0 | e(Sn) | 01 53,8 | | |
| | Folinière | | | e(Sg) | 02 24,1 | | |
| 581 | Bensberg | | | eSg | 02 26 | | |
| 797 | Pruhonice | e | 03 25 | e | 03 34 | | |

Les distances sont calculées à partir de l'épicentre macroséismique.

Heure origine calculée : 16 h. 59 mn. 39 s.

Vitesse de l'onde Pg : 5,95 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,45 km/s.

12. - 2 février 1962 à 03 h. 26 mn. - Charente-Maritime : 46°05'N, 0°24'W

La secousse a été assez largement ressentie (3000 km²) dans le détroit du Poitou (figure 7) ; la zone d'intensité 5 occupe une surface de 540 km² (R₅ = 13 km). L'épicentre macroséismique peut être localisé au NW de la bourgade d'Aulnay-de-Saintonge, au voisinage de la vallée de la Boutonne. Comme la Charente plus à l'Est

la Boutonne subit plusieurs changements de direction brusques qu'on peut expliquer par des mouvements néotectoniques le long d'accidents de direction armoricaine et qui intéressent le socle ancien sous une couverture peu épaisse de terrains sédimentaires (voir J.P. Rothé, Cartes de sismicité de la France Annales Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. VIII, figure 4, p. 7). En particulier l'épicentre du séisme du 2 février 1962 se trouve probablement sur le même accident -ou sur un accident parallèle voisin- que ceux des séismes de 1864, 1905 et 1935 sur la Charente.

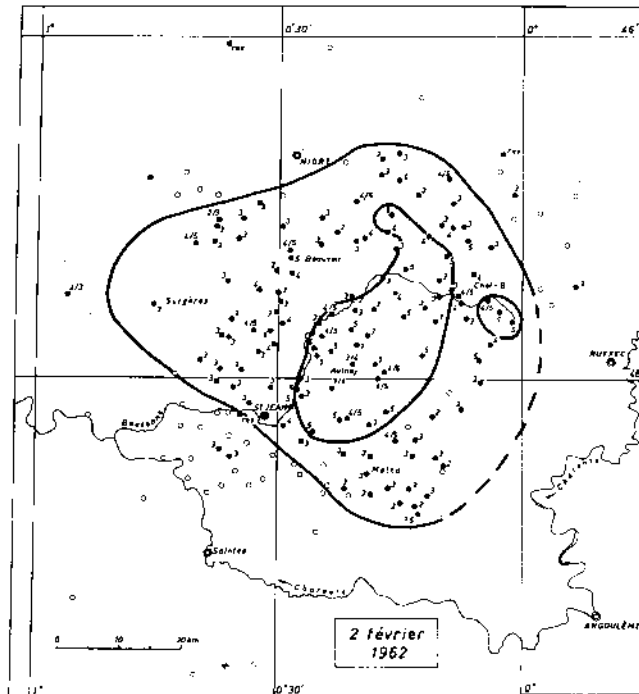


Figure 7 -

Enquête macroséismique : 313 questionnaires envoyés ; 235 réponses dont 137 positives.

L'intensité 5 a été observée dans de nombreuses localités, en particulier de part et d'autre de la vallée de la Boutonne dans le canton d'Aulnay à Loiré-sur-Nie, Néré, Nuaillé sur Boutonne, Saint-Georges de Longue-pierre, Saint-Mandé, Saint-Pierre de Juillers, Vinax et dans le canton de Loulay à Coivert, Saint-Pierre de l'Île et Vergné.

Les données microséismiques suivantes ont été recueillies.

| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|-------|----------------------|-----|----------------------|--|--|--|
| 258 | Gorrion | ePn | 03 h. 26 mn. 41,5 s. | eSn | 03 h. 27 mn. 11,8 s. | | | |
| | Gorrion | e(Pg) | 26 51,5 | | | | | |
| 274 | Clermont | iSg | 27 24 | i | 28 03 | | | |
| 279 | Saint-Sauveur | ePn | 26 44,3 | eSn | 27 19,5 | | | |
| | Saint-Sauveur | e(Pg) | 26 55,7 | | | | | |
| 298 | Folinière | ePn | 26 48,5 | eSn | 27 22,3 | | | |
| | Folinière | ePg | 26 54,1 | | | | | |
| 298 | Garchy | iPn | 26 46,4 | i | 27 17,7 | | | |
| 338 | Bagnères | eiPg | 27 02 | iSg | 27 44 | | | |
| 547 | Roselend | ePn | 27 20 | iSg | 28 45,0 | | | |
| | Roselend | ePg | 27 41,0 | | | | | |

Heure origine calculée : 03 h. 26 mn. 04 s.

13. - 18 février 1962 à 05 h, 43 mn. - Orne : 48°7 N, 0°6 W

Enquête macroséismique : 284 questionnaires envoyés ; 255 réponses dont 125 positives.

La secousse a été ressentie dans les départements de l'Orne, du Calvados et de la Manche sur une surface de 1800 km² (figure 8). Il n'y a pas d'épicentre macroséismique défini et l'intensité, irrégulièrement répartie, n'a pas dépassé le degré 5 ; le foyer - comme c'est le cas généralement dans le Massif Armoricain - n'est pas superficiel. L'intensité 5 a été observée largement, en particulier dans de nombreuses communes des cantons d'Athis-de-l'Orne, Flers-de-l'Orne, Messei et Touchebray (Orne).

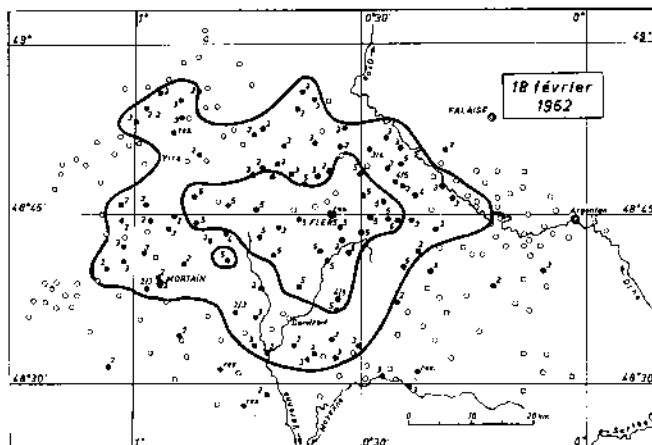


Figure 8 -

La zone épiscopentrale intéresse le socle armoricain précambrien ; au sud de Messei, à proximité de l'épicentre, un accident met en contact un massif granitique et les schistes du silurien inférieur. Le foyer est probablement en relation avec une fracture profonde du socle.

On rappellera ici qu'un important séisme s'était produit le 19 novembre 1927 dans la région de Briouze (48°8 N, 0°5 W) un peu à l'est de l'épicentre du séisme du 18 février 1962.

La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|-------|--------------|---------|
| 9 | Folinière | iPg | 05 h. 43 mn. | 37,5 s. | | | |
| 38 | Saint-Sauveur | ePg | 43 | 41,1 | eSg | 05 h. 43 mn. | 46,1 s. |
| 38 | Gorron | ePg | 43 | 41,8 | | | |
| 228 | Paris | iSn | 44 | 37,5 | iSg | 44 | 40,3 |
| 315 | Garchy | ePg | 44 | 28,4 | iSn | 44 | 56 |
| | Garchy | | | | iSg | 45 | 06 |
| 368 | Lormes | | | | e(Sg) | 45 | 16,7 |

Heure origine calculée : 05 h. 43 mn. 35 s.

14. - 7 mars 1962 à 01 h, 24 mn. - Sancerrois : 47°13'N, 2°34'E

Faible secousse ressentie seulement dans 7 localités au voisinage d'Aix-Angillon (Cher) : 3-4 à Aix-Angillon et Saint-Céols, 3 à Parassy et Soulanges, 2 à Rians, Humbligny et Vignoux. L'enquête a fourni en outre 109 réponses négatives. L'épicentre macroséismique est situé entre Aix-Angillon et Parassy (47°13'N, 2°34'E).

Le foyer est peut-être en relation avec l'une des failles du Sancerrois généralement orientées nord-sud et qui se superposent à la zone axiale de l'anomalie magnétique du Bassin de Paris.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| | | | | | | |
|-------------|-----|--------------|-------|--------|--------------|---------|
| Garchy | iPg | 01 h. 24 mn. | 46 s. | iSg | 01 h. 24 mn. | 51,2 s. |
| Lormes | ePg | 25 | 55,9 | | | |
| Welschbruch | ePn | 26 | 31,1 | e(Sn) | 27 | 09,4 |
| | ePg | | 42,9 | ei(Sg) | | 36 |

15. - 14 mars 1962 à 20 h. 54 mn. - Bretagne : 47°40'N, 2°06'W

Importante secousse ressentie sur 7000 km² (R = 47 km). Comme c'est le cas généralement pour les séismes armoricains l'intensité maximum ne dépasse pas le degré 5. Cependant la surface sur laquelle cette intensité est ressentie a atteint 1400 km² (R₅ = 21 km). La figure 9 montre que le foyer est situé aux environs de Redon à l'extrémité libre de l'une des grandes failles de direction armoricaine qui intéressent probablement le socle sur une grande épaisseur. Ces accidents orientent clairement le réseau hydrographique et sont donc un élément important de néotectonique : la Claie en direction sud-est, la haute vallée du Loc en direction nord-ouest, prolongée par la vallée de l'Arz en direction sud-est, sont orientées parallèlement aux principales failles.

Enquête macroséismique : 500 réponses dont 127 positives. L'intensité 5 a été observée dans de nombreuses communes de plusieurs cantons de la zone épiscopale. L'intensité moyenne dans ces cantons s'établit ainsi : Redon : 5,0 ; La Gacilly : 4,6 ; Allaire : 4,3 ; Pipriac : 4,3 ; Saint-Nicolas de Redon : 4,3.

Une faible réplique a été ressentie aux environs de Redon le 18 mars.

Les données suivantes ont été recueillies :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|--------|--------|---------|
| 122 | Gorron | ePn | 20 h. 55 mn. | 07,7 s. | | | |
| 171 | Folinière | ePn | 55 | 13,8 | | | |
| 180 | Saint-Sauveur | ePn | 55 | 15,2 | | | |
| 364 | Paris | e | 56 | 02,0 | iSg | 56 mn. | 31,0 s. |
| 392 | Garchy | iPn | 55 | 40,2 | i(Sn) | 56 | 33 |
| | Garchy | iPg | 55 | 52,5 | i(Sg) | 56 | 36 |
| 450 | Clermont | e | 56 | 48,4 | eSg | 56 | 56,5 |
| 451 | Sommée | ePn | 56 | 57,1 | | | |
| 560 | Dourbes | e | | | | | |
| 611 | Besançon | | | | eSg | 57 | 40 |
| 702 | Roselend | eiPn | 56 | 21 | | | |
| 741 | Strasbourg | | | | ei(Sg) | 58 | 30,5 |
| 767 | Rensberg | | | | eSg | 58 | 21 |

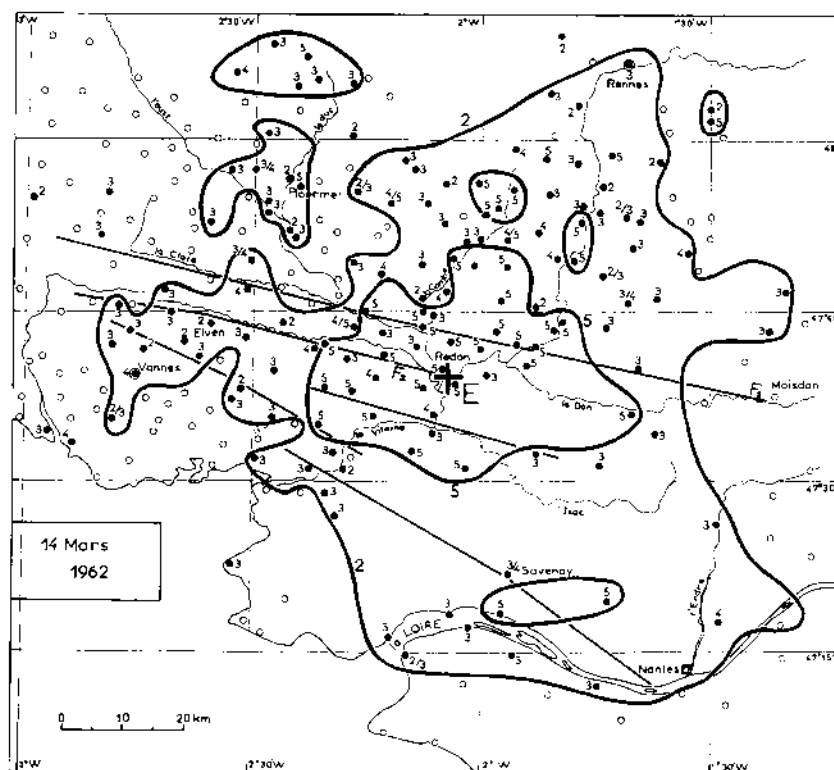


Figure 9 -

Heure origine calculée : 20 h, 54 mn, 46 s. ; les distances sont indiquées à partir de l'épicentre macro-séismique (57°40'N, 2°06'W).

16. - 12 avril 1962 à 14 h, 44 mn. - Queyras : 44°9 N, 7°0 E

Secousse enregistrée dans quelques observatoires ; pas de renseignements macroséismiques ; l'épicentre calculé (44°9 N, 7°0 E) se place à la frontière franco-italienne dans le Haut-Queyras ; c'est une région où l'activité séismique est faible (entre les arcs séismiques briançonnais et piémontais). Il s'agit peut-être d'un séisme artificiel.

| Km | | | 14 h, 44 mn, (33) s. | | | 14 h, 44 mn, (42) s. | |
|-----|---------------|-----|----------------------|------|-------|----------------------|------|
| 75 | Isola | iPg | | | iSg | | |
| 96 | Roselend | iPg | 44 | 41,3 | iSg | 44 | 52,5 |
| 130 | Monaco | iPg | 44 | 47 | iSg | 45 | 02,8 |
| 238 | Neuchâtel | | | | e(Sg) | 45 | 05,5 |
| 275 | Besançon | | | | eiSg | 45 | 47 |
| 360 | Lormes | ePn | 45 | 16,7 | | | |
| 367 | Saint-Saulge | iPn | 45 | 19,9 | | | |
| 394 | Welschbruch | iPn | 45 | 19,9 | | | |
| 406 | Garchy | iPn | 45 | 21,7 | iSg | 46 | 21,7 |
| 682 | Saint-Sauveur | ePn | 45 | 56,0 | | | |
| 716 | Gorron | ePn | 46 | 00,6 | | | |
| 716 | Folinière | ePn | 46 | 01,3 | | | |

Heure origine calculée : 14 h, 44 mn, 25,6 s.

Epicentre calculé : 44°52'N ± 2'3, 7°00 + 7'E

17 à 24. - Essaim du Vercors

Jusqu'au 12 avril 1962 le Vercors, grand massif calcaire à l'ouest de Grenoble, pouvait être considéré comme aiséismique, aucun épicentre n'y avait été déterminé avec exactitude.

Plusieurs secousses le 12 avril 1962 marquaient le commencement d'une activité séismique importante qui s'est poursuivie jusqu'au 15 juillet. La secousse principale, le 25 avril 1962 à 04 h, 44 mn., provoquait des dégâts dans plusieurs villages de part et d'autre de la falaise calcaire qui culmine à la Grande Moucherolle et qui forme la bordure orientale du "bastion" du Vercors.

D'après les enregistrements obtenus dans la station de Roselend, à 100 km du foyer une liste détaillée des secousses a pu être établie.

Liste des secousses du Vercors
Avril-Août 1962

| N° | Date | Heure T. U. h mn s | Amplitudes (mm) | | | | Intensité maxima | Intensité à Grenoble | Surface macro-séism. Km ² | |
|----|-------|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|---------------------|-------------------------|--|--|
| | | | ROS | NEU | BAL | STR | | | | |
| | Avril | | | | | | | | | |
| | 12 | 07 27 24 | 0,5 | | | | | | | |
| 17 | 12 | 13 38 05 | 16,5 | 6 | 13 | 3 | 5 | (4) | 1500 | |
| 18 | 12 | 20 11 59 | 13,5 | 2 | 2 | 0,0 | Ressenti | 2-3 | | |
| | | 20 18 23 | 5,5 | | | | Ressenti | | | |
| | | 13 51 30 | 0,5 | | | | | | | |
| 19 | 23 | 00 33 24 | ? | 0,5 | 1 | | Ressenti | | | |
| 20 | 25 | 04 44 49 | >55 | >99 | >90 | 72 | 8-9 | (6-7) | 23000 | |
| | | 05 49 08 | 1,0 | | | | | | | |
| | | 06 44 45 | 0,7 | | | | | | | |
| | | 06 59 19 | 1,0 | | | | | | | |
| | | 07 20 53 | 0,7 | | | | | | | |
| | | 08 21 14 | 0,0 | | | | | | | |
| | | 09 38 28 | 1,0 | | | | | | | |
| | | 11 49 13 | 1,5 | | | | | | | |
| | | 13 15 24 | 0,0 | | | | | | | |
| | | 26 | 06 08 40 | 1,5 | | | | 4 | | |

| N° | Date | Heure T. U. h mn s | Amplitudes (mm) | | | | Intensité maxima | Intensité à Grenoble | Surface macroseism. Km |
|----|-------------|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|---------------------|-------------------------|------------------------------|
| | | | ROS | NEU | BAL | STR | | | |
| 21 | Avril | 27 04 17 43 | 45 | 3 | 14 | 4 | 5 | 4 | 1500 |
| | | 28 14 47 46 | 0,7 | | | | 2 | | |
| | | 28 17 26 32 | 6,5 | | | 0,0 | Ressenti | | |
| | | 30 09 53 10 | 10 | | | 0,0 | Ressenti | | |
| | Mai | 1er 02 43 14 | 0,0 | | | | | | |
| | 8 11 39 45 | 1,5 | | | | | | | |
| 22 | 28 16 21 27 | (20) | 2 | 6 | 2 | 6 | 4-5 | 600 | |
| | Juin | 3 12 11 30 | 0,0 | | | | | | |
| | 3 12 37 10 | 2,7 | | | | | | | |
| 23 | 7 19 55 15 | 28 | 2 | | 2 | 5-6 | 4 | 900 | |
| 24 | Juillet | 15 04 36 11 | (17) | 3 | | 4 | 5 | 3-4 | 450 |

Etude des principales secousses

17. - 12 avril 1962 à 07 h. 27 mn. et à 13 h. 38 mn.

La première secousse, très faible, a été inscrite par la station de Roselend (ePg, 07 h. 27 mn. 42,5 s. ; eiSg, 07 h. 27 mn. 56,5 s.).

La deuxième secousse, à 13 h. 38 mn., a été inscrite par de nombreuses stations (voir plus loin) et ressentie assez largement autour de l'épicentre.

Enquête macroséismique : les réponses aux questionnaires envoyés à l'occasion de cette secousse concernent souvent la secousse principale du 25 avril. Cependant les intensités suivantes ont été observées : 5 à Corrençon et Château-Bernard, 4-5 au Gua, 3 à Grenoble, Echirolles, Claix, Pont-de-Claix, Saint Jean de Vaulx, Miribel-Lanchâtre, Varcès-Allières, Treffort, Saint-Guillaume, Engins et tout le plateau de Villard-de-Lans; 2 à Rencurel, Saint-Martin le Vinoux, Prunières, Sinard, Murianette, Glères, Domène. La secousse a été signalée également à l'Albenc (c. de Vinay) et à Thodure (c. de Roybon). La surface macroséismique est d'environ 1600 km²

18. - 12 avril 1962 à 20 h. 12 mn. et 20 h. 18 mn.

La secousse de 20 h. 12 mn. paraît avoir été ressentie plus fortement à Rencurel que celle de 13 h. 38 mn. Une réplique a été faiblement ressentie à 20 h. 18 mn.

19. - 23 avril 1962 à 00 h. 33 mn.

Secousse ressentie dans quelques localités.

20. - 25 avril 1962 à 04 h. 44 mn. (secousse principale)

Enquête macroséismique : 916 questionnaires envoyés ; 764 réponses dont 472 positives.

La secousse principale a été ressentie sur une surface d'environ 23 000 km². La surface macroséismique est très dissymétrique ainsi que le montre la carte figure 10 sur laquelle les isoséistes ont été tracées à partir des intensités moyennes par cantons. La limite de la zone macroséismique est à 160 km vers le Nord-est (intensité 4 à Genève), 120 km vers le Nord, 140 km vers le Nord-ouest ; elle est seulement à 35 km vers le Sud : comme dans le cas des séismes originaires de l'arc briançonnais, le Massif du Dévoluy a rapidement atténué la propagation de la secousse.

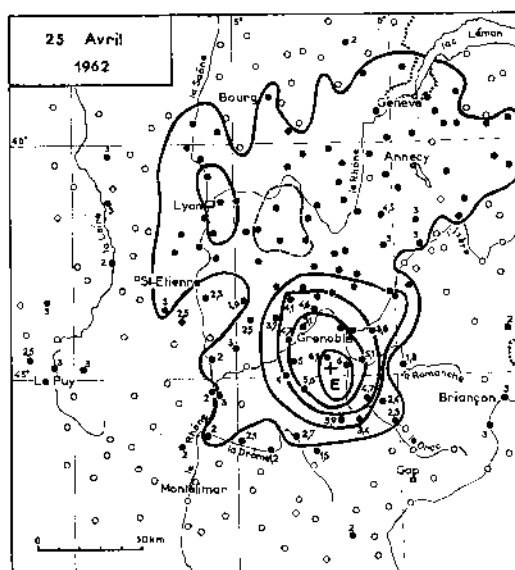


Figure 10 -

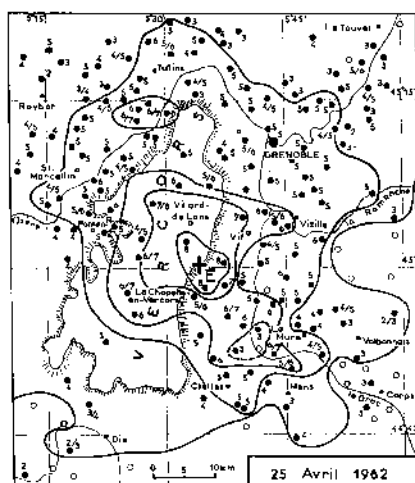


Figure 11 -

La zone épiscoptrale est représentée figure 11. On a noté les intensités suivantes :

8 à Corrençon (plusieurs tombes bouleversées dans le cimetière, église lézardée, cheminées renversées, fissures aux murs même dans les maisons neuves), Château-Bernard (dommages importants aux immeubles, nombreuses chutes de tuiles et de cheminées, chutes de voûtes, lézards nombreux, sources troublées), Le Guâ (chute d'une vingtaine de cheminées, gros dégâts aux bâtiments, murs lézardés, clocher de l'église endommagé, chutes de blocs de rochers au-dessus de Prélénfrey).

7-8 à Rencurel (lézards, chutes de crépis, chutes de pierres et de rochers ; au lieu-dit le Collet avalanche de roches sur 30 mètres de long détruisant sur 50 m une forêt de résineux).

7 à Saint-Paul-de-Varces (chutes de cheminées, de tuiles, de rochers) et à Miribel-Lanchâtre (chute d'une cheminée, lézards).

6-7 à Monestier-de-Clermont (chute de cheminées), Saint-Paul-les-Monestier (fissures, lézardes), Mayres (chute de 2 cheminées), l'Albenc (chutes de cheminées), Poliénas (chute de tuiles et d'une cheminée), La Chapelle-en-Vercors (cheminées endommagées, lézardes), Saint-Martin-en-Vercors (lézardes, chutes de têtes de cheminées).

L'intensité 6 (légers dégâts aux cheminées, chutes de plâtras) a été notée à Méaudre, Treffort, Varcès-Allières, Saint-Michel-les-Portes, Saint-Martin de Clelles, Saint-Arey, Notre-Dame des Vaulx, La Motte Saint-Martin, Notre-Dame de Mésage, Saint-Barthélémy de Séchilienne, Engins, Notre-Dame de l'Osier, La Rivière, Saint-Sauveur, Saint-Agnan en Vercors. A Grenoble des centaines de cheminées ont été abattues ; plusieurs voitures en stationnement ont été endommagées par leur chute. Le rayon de l'isoséisme 6 est d'environ 17 km (surface : 900 km²) ; celui de l'isoséisme 5 d'environ 26 km (surface : 2200 km²).

Intensités moyennes par cantons :

| | | | | | |
|------------------------|-----|----------------|-----|-----------------|-----|
| Villars-de-Lans | 6,1 | Sassenage | 5,1 | La Mure | 4,7 |
| Vif | 6,0 | Vinay | 5,1 | Saint-Marcellin | 4,7 |
| Monestier-de-Clermont | 5,9 | Vizille | 5,1 | Tullins | 4,6 |
| La Chapelle-en-Vercors | 5,6 | Pont-en-Royans | 5,0 | Rives | 4,1 |
| | | | | etc.. | |

21. - 27 avril 1962 à 04 h. 17 mn.

Il n'a pas été fait d'enquête macroséismique spéciale ; un certain nombre de localités de la zone épacentrale (Corrençon, Rencurel, Méaudre) ont signalé la secousse qui a été ressentie jusqu'à Séchilienne, La Cluze-et-Paquier, Laffrey, Grenoble, Montaud, Saint-Pierre de Chérennes, Mallevall, etc... La surface macroséismique est d'environ 1500 km².

22. - 28 mai 1962 à 16 h. 21 mn.

Nouvelle secousse ressentie dans la zone épacentrale de la secousse principale : on a noté 6 à Château-Bernard (aggravation des fissures, quelques chutes de tuiles), 5 à Corrençon, 3 à Villard de Lans, Rencurel, Varcès, Saint-Martin de Clelles, Saint-Martin en Vercors, La Chapelle-en-Vercors, Saint-Agnan, 2 à Autrans, Miribel-Lanchâtre, Saint-Julien en Vercors, Echevis ; 62 réponses négatives.

La surface macroséismique mesure environ 600 km².

23. - 7 juin 1962 à 19 h. 55 mn.

La surface macroséismique (900 km²) est un peu plus grande que celle de la secousse du 28 mai à 16 h. 21 mn. On a noté les intensités 6 à Château-Bernard, 5 à Corrençon, Villard de Lans, Miribel-Lanchâtre, 3 à Méaudre, Jarric, Fontaine, La Chapelle-en-Vercors, Saint-Martin-en-Vercors, 2-3 à Herbays, Varcès, Autrans, 2 à Sainte-Eulalie. 50 réponses négatives.

24. - 15 juillet 1962 à 04 h. 36 mn.

Secousse un peu moins forte que celles du 28 mai et du 7 juin, ressentie 5 à Château-Bernard, 4 à Autrans, Lans, Villard de Lans, Monestier de Clermont (chute de plâtras dans les bâtiments déjà éprouvés par les précédentes secousses), 2 à Varcès et La Chapelle-en-Vercors. 34 réponses négatives. La surface macroséismique est d'environ 450 km². La mairie de Corrençon signale que certaines sources et puits ont tari complètement depuis les premières secousses.

Données microséismiques

Pour les 8 principales secousses (N° 17 à 24) un calcul par ordinateur a fourni les résultats suivants (en utilisant les tables d'Haslach jusqu'à 20° de distance, les tables Jeffreys-Bullen au delà et en supposant un foyer superficiel).

- N° 17 - 12 avril à 13 h. 38 mn. : 47 données (Pn, Pg, Sg)
 45°00'6 ± 2'4 N ; 5°33'9 ± 2'7 E ; H = 13 h. 38 mn. 05,8 s.
 Même séisme : 28 données (Pn, Pg).
 45°01'9 ± 2'4 N ; 5°34'7 ± 2'7 ; H = 13 h. 38 mn. 06,4 s.
- N° 18 - 12 avril à 20 h. 11 mn. : 36 données (Pn, Pg, Sg)
 45°01'6 ± 1'6 N ; 5°31'5 ± 2'2 ; H = 20 h. 11 mn. 59,3 s.
- N° 19 - 23 avril à 00 h. 33 mn. : 16 données (Pn, Pg, Sg)
 45°01'5 ± 2'0 N ; 5°26'0 ± 3'1 E ; H = 00 h. 33 mn. 24,7 s.
- N° 20 - 25 avril à 04 h. 44 mn. : 85 données (Pn, Pg, Sg)
 45°03'1 ± 1'0 N ; 5°30'0 ± 1'5 E ; H = 04 h. 44 mn. 49,6 s.
 Voir plus loin le tableau des données
- N° 21 - 27 avril à 04 h. 17 mn. : 51 données (Pn, Pg, Sg)
 45°03'7 ± 0'7 N ; 5°31'4 ± 1'0 E ; H = 04 h. 17 mn. 42,7 s.
- N° 22 - 28 mai à 16 h. 21 mn. : 37 données (Pn, Pg, Sg)
 45°01'9 ± 1'7 N ; 5°30'8 ± 2'0 E ; H = 16 h. 21 mn. 27,1 s.
- N° 23 - 7 juin à 19 h. 55 mn. : 50 données (Pn, Pg, Sg)
 45°03'0 ± 1'8 N ; 5°30'0 ± 2'3 E ; H = 19 h. 55 mn. 15,6 s.
- N° 24 - 15 juillet à 04 h. 36 mn. : 41 données (Pn, Pg, Sg)
 45°00'8 ± 1'3 N ; 5°30'7 ± 2'1 E ; H = 04 h. 36 mn. 11,6 s.

Pour le séisme principal (N° 20) on peut comparer la détermination ci-dessus avec celles qui ont été publiées par certains services sismologiques étrangers :

USCGS : 45°4 N , 5°8 E , H = 04 h. 44 mn. 55,2 s. , h : normal
 Moscou : 45°4 N , 5°4 E , H = 04 h. 44 mn. 53 s.
 I.S.S. : 45°61 N , 5°7 E , H = 04 h. 44 mn. 58 s. , h : 43 km

Alors que l'épicentre calculé en utilisant les tables d'Haslach est très voisin de l'épicentre macroséismique (45°00'N, 5°34'E), l'épicentre USCGS est à 45 km au Nord-est et l'épicentre I.S.S. à plus de 60 km au Nord-est dans une région où la secousse a été faiblement ressentie.

Enfin un calcul en profondeur *non imposés* et utilisant seulement la phase Pn avec les tables Jeffreys-Bullen a fourni le séisme principal les résultats suivants :

45°06'7 N ± 1'8 , 5°30'9 ± 2'0 , H = 04 h. 44 mn. 47,0 s. , h = 0 km

Ce calcul confirme les observations macroséismiques : le foyer du séisme principal est voisin de la surface.

Données macroséismiques relatives au séisme principal

Les données et les calculs (O - C : temps observés - temps calculés) relatifs au séisme principal figurent dans le tableau ci-dessous :

Heures d'arrivées : 04 h. +

| Km | Station | Phase | mn | s | O - C | Phase | mn | s | O - C |
|-----|-------------|-------|----|------|--------|-------|----|------|--------|
| 102 | Roselend | iPg | 45 | 07,3 | - 1,43 | iSg | 45 | 23,5 | 0,62 |
| 102 | Roselend | iPn | 45 | 08,9 | - 1,04 | | | | |
| 157 | Isola | iPn | 45 | 13,7 | - 1,52 | iPg | 45 | 14,3 | - 1,73 |
| 204 | Clermont | iPg | 45 | 21,5 | - 2,57 | | | | |
| 212 | Monaco | iPg | 45 | 24,2 | - 1,38 | iSg | 45 | 50,7 | - 1,34 |
| 244 | Neuchâtel | iPn | 45 | 25,3 | - 0,65 | iSg | 46 | 03 | 1,64 |
| 247 | Besançon | iPg | 45 | 28,5 | - 3,01 | iSg | 46 | 03 | 0,70 |
| 277 | Lormes | iPn | 45 | 28,0 | - 2,00 | | | | |
| 312 | Garchy | iPn | 45 | 35,4 | 1,22 | iPg | 45 | 43,1 | 0,67 |
| 320 | Bâle | ePn | 45 | 34,9 | - 0,26 | eSg | 46 | 24 | 0,37 |
| 370 | Feldberg | ePn | 45 | 39,9 | - 1,20 | iSg | 46 | 35,9 | - 2,09 |
| 370 | Feldberg | ePg | 45 | 51 | - 1,05 | | | | |
| 371 | Chur | ePg | 45 | 51,6 | - 0,92 | eSg | 46 | 39 | 0,20 |
| 430 | Strasbourg | iPn | 45 | 46,5 | - 2,00 | iSg | 46 | 56 | 0,23 |
| 448 | Messstetten | ePn | 45 | 48,6 | - 0,92 | iSg | 46 | 59,6 | 1,30 |
| 448 | Ravensburg | ePn | 45 | 49,8 | 0,16 | iSg | 47 | 00,2 | 1,71 |

| Km | Station | Phase | mn | s | O - C | Phase | mn | s | O - C |
|------|--------------|-------|----|------|--------|-------|----|------|--------|
| 472 | Tubingen | ePn | 45 | 52,2 | - 1,64 | iSg | 47 | 08,5 | 0,06 |
| 472 | Tubingen | ePg | 46 | 08,9 | - 0,69 | | | | |
| 476 | Paris | iPn | 45 | 55,5 | | iSg | 47 | 11,0 | 1,42 |
| 476 | Paris | iPg | 46 | 10 | - 0,25 | | | | |
| 482 | Bagnères | eiPn | 45 | 55 | - 0,04 | | | | |
| 504 | Stuttgart | ePn | 45 | 55,8 | - 1,91 | iSg | 47 | 14,7 | - 2,92 |
| 504 | Stuttgart | iPg | 46 | 13,9 | - 0,99 | | | | |
| 565 | Dourbes | iPn | 46 | 06,0 | 0,87 | i(Sb) | 47 | 23 | |
| 580 | St Sauveur | iPn | 46 | 07,7 | 0,68 | | | | |
| 610 | Gorron | iPn | 46 | 11,0 | 0,29 | | | | |
| 616 | Follinière | iPn | 46 | 11,7 | 0,53 | | | | |
| 622 | Tortosa | e(Pn) | 46 | 15 | | Sg | 47 | 55 | 2,40 |
| 645 | Uccle | ePn | 46 | 14,9 | 0,02 | iSg | 47 | 58,8 | - 0,36 |
| 651 | Trieste | ePn | 46 | 18 | | iSg | 48 | 03,0 | 1,90 |
| 669 | Bensberg | ePn | 46 | 18,1 | 0,22 | eiSg | 48 | 09,5 | |
| 714 | Ljubljana | iPn | 46 | 25,6 | 2,35 | eiSg | 48 | 19,2 | - 0,26 |
| 763 | Kaspërské H. | iPn | 46 | 29,9 | 0,72 | iSg | 48 | 37,9 | 4,18 |
| 785 | Munster | ePn | 46 | 33 | | | | | |
| 798 | Iena | eiPn | 46 | 36 | 2,53 | iSg | 48 | 48 | 3,96 |
| 852 | Alicante | ePg | 47 | 16 | 2,03 | | | | |
| 861 | Halle | ePn | 46 | 41 | - 0,33 | iSg | 49 | 02 | - 0,95 |
| 868 | Witteveen | ePn | 46 | 42 | - 0,06 | | | | |
| 872 | Praha | e | 47 | 04,5 | | iSg | 49 | 07,6 | 1,45 |
| 873 | Pruhonice | eiPn | 46 | 43,2 | 0,38 | i | 48 | 59,7 | |
| 891 | Collm | | | | | eiSg | 49 | 10 | - 1,62 |
| 901 | Wien | iPn | 46 | 47,5 | 1,38 | iSg | 49 | 10 | - 4,47 |
| 941 | Alger | ePn | 46 | 53 | 1,95 | | | | |
| 953 | Bratislava | eiPn | 46 | 52,7 | 0,28 | eiSg | 49 | 33 | 3,20 |
| 971 | Toledo | | | | | iSg | 49 | 31 | - 4,24 |
| 1129 | Almería | eP | 47 | 19 | 5,15 | | | | |
| 1193 | Durham | eP | 47 | 26 | 4,29 | iS | 49 | 28 | |
| 1218 | Krakow | eP | 47 | 27 | 2,25 | S | 49 | 37 | |
| 1226 | Porto | eP | 47 | 28 | 2,36 | S | 49 | 38 | |
| 1339 | Oujgorod | eP | 47 | 41 | 1,55 | | | | |
| 1707 | Bergen | eP | 48 | 26,8 | 2,36 | | | | |
| 1816 | Kichinev | iP | 48 | 43 | 5,37 | iS | 51 | 50 | |
| 1836 | Uppsala | iP | 48 | 42 | 1,83 | | | | |
| 2121 | Helsinki | iP | 49 | 13 | - 1,39 | | | | |
| 2285 | Uméa | iP | 49 | 29 | - 3,01 | eS | 53 | 22 | |
| 2531 | Kajaani | iP | 49 | 53 | - 1,84 | | | | |
| 2544 | Moscou | eP | 49 | 54 | - 1,94 | | | | |
| 2684 | Kiruna | iP | 50 | 07 | - 1,13 | eS | 54 | 20 | |
| 2779 | Sodankylae | eP | 50 | 14 | - 2,44 | | | | |
| 2958 | Jérusalem | eP | 50 | 32 | 0,55 | | | | |
| 3968 | Sverdlovsk | eP | 51 | 49 | - 2,76 | | | | |
| 4679 | Bangui | iP | 52 | 44 | - 0,99 | | | | |
| 7771 | Shillong | P | 56 | 04 | - 0,59 | | | | |
| 8341 | Wichita M. | eP | 56 | 33 | - 1,94 | | | | |

25. - 12 mai 1962 à 19 h, 21 mn. - Savoie : 45°48'N, 6°20'E

Bien qu'inscrite dans de nombreux observatoires la secousse n'a été ressentie que dans 6 localités ; on a noté les intensités suivantes : 5 à Marlens (c. de Faverges), 4 à Faverges et à Serraval (c. de Thones), 3 à Saint-Ferréol (c. de Faverges) et à Ugines, 2 à Thones. La surface macroséismique centrée sur le village de Serraval (45°48'N, 6°20'E) mesure seulement 200 km². Il y a eu 27 réponses négatives en particulier de Annecy, Menthon, Entrevernes et La Chapelle-Saint-Maurice (c. d'Annecy), Thorens et Villaz (c. de Thorens), Saint-Jean-de-Sixt, Le Grand Bornand et La Clusaz (c. de Thones), La Grettaz, Flumet, Héry, Outre-Chaise (c. de Ugines), Seythenex et Cons (c. de Faverges), Albertville.

La surface macroséismique correspond presque exactement à la "Klippe de Sulens"¹ considérée comme un lambeau de recouvrement liasique et triasique sur le crétacé du massif des Bauges. La position du foyer séismique sous cette klippe est curieuse.

Les données microsismiques suivantes ont été recueillies :

| Km | | | | | | | | |
|-----|----------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|--|
| 32 | Roselend | iPg | 19 h. 21 mn. | 30,7 s. | iSg | 19 h. 21 mn. | 35,3 s. | |
| 140 | Neuchâtel | ePg | 21 | 50,1 | iSg | 22 | 10 | |
| 159 | Besançon | eiPg | 21 | 52 | eiSg | 22 | 12 | |
| 193 | Isola | ePn | 21 | 58,5 | iSn | 22 | 21,5 | |
| | Isola | iPg | 22 | 01,3 | iSg | 22 | 25,0 | |
| 244 | Lormes | iPn | 22 | 04,3 | | | | |
| 246 | Clermont | ePg | 22 | 07,5 | iSg | 22 | 42 | |
| 250 | Monaco | ePg | 22 | 09 | iSg | 22 | 44,5 | |
| 256 | St Saulge | iPn | 22 | 07,3 | | | | |
| 263 | Feldberg | ePg | 22 | 10,6 | eSg | 22 | 48,0 | |
| 276 | Chur | ePg | 22 | 12,9 | eSg | 22 | 47,9 | |
| 293 | Garchy | iPn | 22 | 10,3 | iSg | 22 | 51,8 | |
| | Garchy | iPg | 22 | 16,3 | | | | |
| 326 | Strasbourg | iPg | 22 | 26,3 | eSg | 23 | 06 | |
| 399 | Stuttgart | ePg | 22 | 33 | eSg | 23 | 27,3 | |
| 571 | St Sauveur | iPn | 22 | 44,9 | | | | |
| 575 | Bagnères | ePg | 23 | 05,5 | iSg | 24 | 12,5 | |
| 605 | Folinière | iPn | 22 | 48,7 | | | | |
| 610 | Gorron | iPn | 22 | 48,9 | | | | |
| 663 | Kasperské Hory | eiPg | 23 | 15,8 | eiSg | 24 | 38,9 | |

Le séisme a, en outre, été faiblement inscrit à Uccle, Bensberg, Iena, Pruhonice, Collm et Raciborz.

Le calcul électronique avec les tables d'Haslach (foyer superficiel) a fourni les coordonnées suivantes : 45°49'7 N ± 1'3 N, 6°15'8 ± 2'0 E, H = 19 h. 21 mn. 27,2 s. Le point calculé est à 5 km environ au NW de l'épicentre macrosismique (45°48'N, 6°20'E).

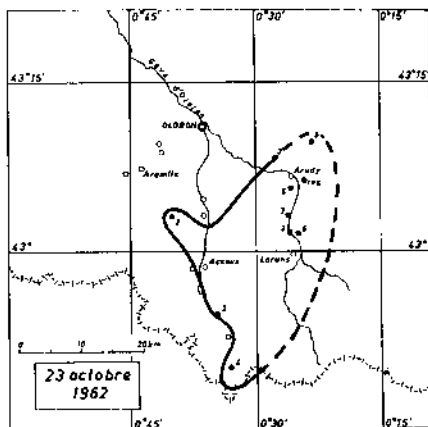
26. - 27 juillet 1962 à 21 h. 04 mn. - Haute-Garonne : 42°48'N, 0°34'E

La secousse a été ressentie dans 7 communes du canton de Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne) : 5 à Bagnères-de-Luchon, 3 à Montauban, Saint-Aventin, Saccourvielle, Salles-et-Pratviel, Antignac, Benque Dessus-Dessous ; réponses négatives de 5 autres communes du canton : Cler-de-Luchon, Garin, Sode, Bourg d'Oueil, Billière ; 20 réponses négatives de communes des cantons de Mauléon-Barousse, Bordères-Luchon, Vieille-Aure, Bagnères-de-Bigorre, Campan, Luz (Hautes-Pyrénées). Il n'a pas été recueilli de renseignements en Espagne.

La surface macrosismique mesure environ 5 km de rayon (surface : 80 km²) ; son centre est voisin de Bagnères-de-Luchon (42°48'N, 0°34'E).

La secousse a été enregistrée à Tortosa (iPg 21 h. 04 mn. 24 s., i 21 h. 04 mn. 28 s.).

27. - 23 octobre 1962 à 00 h. 30 mn., 05 h. 20 mn. et 12 h. 39 mn. - Pyrénées : vers 43°0 N, 0°5 W



Ces secousses ont été signalées par la station météorologique des Forges d'Abel (commune de Borce, c. de Laruns, Basses-Pyrénées). L'enquête a fourni des résultats positifs dispersés (figure 12).

A 00 h. 30 mn. : 5 à Rébénacq (c. d'Arudy) ; ressentie à Sévignac-Meyracq, 4 aux Forges d'Abel.

A 05 h. 20 mn. : 5 à Aste-Béon (c. de Laruns), 4 aux Forges d'Abel, 3 à Gère-Belesteu (c. de Laruns).

A 06 h. 15 mn. : 5 à Aste-Béon, 3 à Bielle (c. de Laruns), Gère-Belesteu, Buzy (c. d'Arudy).

A 12 h. 39 mn. : 4 aux Forges d'Abel.

De légères secousses ont été ressenties à Lourdios-Ichère (c. d'Accous) et à Aramits. Neuf réponses négatives.

Figure 12 -

La station de Bagnères-de-Bigorre a enregistré deux secousses : à 00 h. 30 mn. (ePg : 00 h. 30 mn. 50,7 s. ; iSg : 00 h. 30 mn. 58,3 s., distance 60 km) et à 12 h. 39 mn. (ePg : 12 h. 39 mn. 53 s. ; eiSg : 12 h. 40 mn. 00,0 s.).

Un épïcêtre vers 43°0 N, 0°5 W est possible. La surface macroséismique mesure environ 1000 km².

28. - 11 mars 1963 à 10 h. 28 mn. - Alpes-Maritimes : 44°0 N, 6°8 E

Secousse signalée par l'observateur de la station météorologique de Puget-Théniers.

Enquête macroséismique : 52 réponses dont 6 positives.

On a noté l'intensité 3 à Puget-Théniers, à Saint-Léger et au hameau de Villars-de-la-Croix (Alpes-Maritimes), 2 à Entrevaux et Sausses (c. d'Entrevaux), 2 à Braux (c. d'Annot). Le point moyen de la zone macroséismique (surface : 160 km²) a pour coordonnées 43°58'N, 6°49'E.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 29 | Isola | iPg | 10 h. 28 mn. | 20,1 s. | iSg | 10 h. 28 mn. | 23,7 s. |
| 55 | Monaco | iPg | 28 | 24,5 | iSg | 28 | 32,7 |
| 90 | Cadarache | iPg | 28 | 29,0 | iSg | 28 | 40,0 |
| 192 | Roselend | eiPn | 28 | 45,8 | iPg | 28 | 49,8 |
| | Roselend | eiSn | 29 | 10,5 | iSg | 29 | 15 |

Heure origine : 10 h. 28 mn. 15 s.

Une secousse prémonitrice a été inscrite à Isola (iPg 10 h. 22 mn. 37,2 s., iSg 10 h. 20 mn. 41,6 s.) à Monaco (iPg 10 h. 22 mn. 42,0 s., iSg 10 h. 22 mn. 49,7 s.) et à Roselend (ePn 10 h. 23 mn. 03 s., iPg 10 h. 23 mn. 06,8 s., eiSg 10 h. 23 mn. 32,5 s.). L'heure origine est : 10 h. 22 mn. 32 s.).

29. - 15 mars 1963 à 08 h. 44 mn. - Gardanne : 43°25'1N, 5°29'2E

Coup de toit dans le bassin des houillères de Provence ; projections sur 25 m d'une galerie de Grande Mine Est.

La secousse a été enregistrée dans plusieurs observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-------|-------------|-------|--------------|---------|------|--------------|---------|
| 36,4 | Cadarache | eiPg | 08 h. 45 mn. | 01,5 s. | Sg | 08 h. 45 mn. | 07,4 s. |
| 70,8 | Lorgues | ePg | 45 | 07,5 | Sg | 45 | 15,9 |
| 151,8 | Isola | eiPg | 45 | 25,0 | Sg | 45 | 43,9 |
| 160,3 | Monaco | iPg | 45 | 25,2 | Sg | 45 | 44,2 |
| 267,9 | Roselend | e(Pg) | 45 | 38,8 | eiSg | 46 | 17 |
| 323 | Clermont-Fd | i | 45 | 31,5 | | | |

L'heure origine d'après les renseignements dans les stations proches est 08 h. 44 mn. 55,4 s.

L'épïcêtre approximatif indiqué dans le bulletin du B.C.I.S. (1963, p. 491) est erroné.

De nombreux autres coups de toit ont été signalés en 1963 par la Direction des Houillères de Provence : 22 avril vers 5 h. ; 25 mai ; 8 juin vers 11 h. ; 4 juillet (inscrit à 14 h. 03 mn.) ; 18 juillet vers 9 h. ; 24 juillet (inscrit à 19 h. 14 mn.) ; 25 juillet (inscrit à 16 h. 38 mn.) ; 31 juillet (fort, inscrit à 12 h. 38 mn.) ; 18 septembre (inscrit à 04 h. 42 mn., léger ébranlement en surface) ; 24 septembre (inscrit à 06 h. 08 mn.) ; 28 octobre vers 17 h. 45 mn. ; 5 décembre (inscrit à 09 h. 41 mn.) ; 15 décembre (inscrit à 07 h. 46 mn.). Tous ces coups de toit sont originaires de la division de Gardanne et ont pour coordonnées moyennes 43°25'N, 5°29'5E. Le 18 décembre à 13 h. 49 mn. un coup de toit s'est produit dans la division de Meyreuil (43°27'2N ; 5°29'3E). Deux autres coups de toit non signalés ont été enregistrés dans plusieurs stations le 20 décembre 1963 (heure origine : 22 h. 02 mn. 06 s.) et le 21 décembre 1963 (heure origine : 12 h. 41 mn. 27 s.).

30, - 23 avril 1963 à 20 h, 03 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°03'N, 0°00 long.

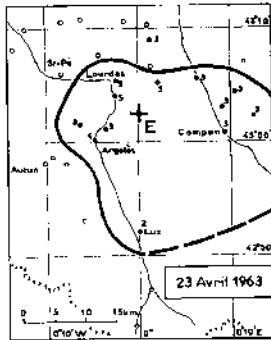


Figure 13 -

L'épicentre macroseismique (E, figure 13) est situé sur le front nord-pyrénéen au Sud-est de Lourdes.

Enquête macroseismique : 47 réponses dont 14 positives.

La carte macroseismique est représentée figure 13 ; l'intensité maximum (5) a été notée à Aspin (c. de Lourdes) ; la surface macroseismique est d'environ 1300 km².

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|--|-----|---------------------|------|
| 12 | Bagnères | iPg | 20 h. 03 mn. 38,2 s. | | | | |
| 251 | Tortosa | e | 04 (38) | | e | 20 h. 05 mn (10) s. | |
| 390 | Clermont | | | | eSg | 05 | 30,5 |
| 400 | Toulx | ePn | 04 16,8 | | iSg | 05 | 24 |
| | Toulx | iPg | 04 37,4 | | | | |
| 530 | St-Saulge | ePn | 04 46,1 | | iSn | 05 | 40,9 |
| | St-Saulge | iPg | 05 03,6 | | iSg | 06 | 03,9 |
| 558 | Lormes | ePn | 04 49,5 | | iSg | 06 | 11,4 |
| | Lormes | iPg | 05 08,5 | | | | |
| 597 | Gorron | ePn | 04 50,3 | | eSn | 05 | 49,2 |
| | Gorron | ePg | 05 11,9 | | eSg | 06 | 22,5 |
| 604 | Roselend | | | | eSg | 06 | 31 |
| 615 | Saint-Sauveur | ePn | 04 58,1 | | eSn | 05 | 55,6 |
| | Saint-Sauveur | ePg | 05 16,6 | | eSg | 06 | 27 |
| 636 | Folinière | ePn | 04 57,8 | | eSn | 05 | 58,6 |
| | Folinière | ePg | 05 17,1 | | eSg | 06 | 32,4 |

Heure origine : 20 h. 03 mn. 36 s.

Deux faibles secousses prémonitoires ont été enregistrées à Bagnères à 20 h. 00 mn. 09,4 s. et à 20 h. 02 mn. 01,8 s. ainsi qu'à Toulx-Ste-Croix (Pg : 20 h. 01 mn. 08,4 s., Sg : 20 h. 01 mn. 56 s. ; ePg : 20 h. 03 mn. 02,4 s.).

31, - 25 avril 1963 à 13 h. 36 mn. et répliques - Barrage de Monteynard : 44°56'N, 5°41'E

Précédée de deux faibles secousses à 01 h. 35 mn. et à 01 h. 38 mn. et suivie de nombreuses répliques la secousse du 25 avril 1963 à 13 h. 36 mn. a causé quelques dégâts dans plusieurs localités du Trièves.

L'enquête par questionnaire a fourni 408 réponses dont 167 positives.

Les intensités suivantes ont été observées :

Canton du Monestier-de-Clermont : 7-8 à Sinard (chutes de cheminées, lézardes, arrêt des pendules, dégâts à l'église, un puits troublé ; Avignonet (chute de tuiles et de cheminées à tous les bâtiments, balancement des eaux du lac, chute de rochers), Saint-Paul-les-Monestier (cheminées démolies, lézardes, fissures assez accentuées à l'école et à l'église, naissance d'une source ; 7 à Monestier-de-Clermont (une trentaine de cheminées détériorées, chute de tuiles, toit soufflé, fissures d'immeubles), Treffort (chute de cheminées, murs lézardés, chutes de tuiles, sources d'eau troublées) ; 6-7 à Miribel-Lanchâtre (bris de vaisselle, chutes de cheminées, fissures, chutes de tuiles), Roissard (chute de tuiles, de cheminées, fissures) ; 6 à Château-Bernard (quelques lézardes, des chutes de tuiles, puits très troublés dans une partie de la commune).

Canton de la Mure : 7 à Monteynard (fissures, chutes de tuiles, de cheminées, 4 secousses), Nantes-en-Rattier (chute de cheminées, chute importante de tuiles), Saint-Arey (chute de pierres du clocher, lézardes, chute de plâtras, de tuiles), Marcieu (chute de tuiles, de cheminées, lézardes ; une nappe d'eau souterraine a

déferlé sur la route) ; 6-7 à Saint-Honoré (fissures, éboulement d'un mur), La Motte-d'Aveillans (fissures, chutes de tuiles, quelques cheminées, plâtras) ; 6 à Mayres (chute de 2 cheminées en mauvais état), Notre-Dame de Vaulx (chute de quelques tuiles et de quelques crépis).

Canton de Vif : 7 au Gua (fissures et chutes de plafonds, de tuiles, cheminées, déplacement de pierres tombales, fissure importante au clocher de l'église).

Canton de Vizille : 6-7 à Notre-Dame-de-Commiers (fissures, chute de vieilles cheminées, toitures endommagées) ; 6 à Saint-Barthélémy de Séchillienne (chute de débris de plâtre, de débris de tuiles).

Canton de Mens : 6-7 à Lavars (lézardes, chutes de tuiles, 3 cheminées démolies) ; 6 à Saint-Jean d'Hérans (quelques chutes de tuiles).

Canton de Clelles : 6-7 à Saint-Martin de Clelles (chutes de cheminées et de tuiles) ; 6 à Monestier-du-Percy (lézardes, fissures).

La carte des isoséistes est représentée figure 14 ; la surface macroséismique mesure environ 3800 km² (rayon moyen : 35 km). L'épicentre macroséismique (44°56'N, 5°41'E) se situe entre les deux communes d'Avignonet et de Monteynard et coïncide avec le lac-réservoir de Monteynard, immédiatement au Sud du barrage. La rapide décroissance des intensités à partir de l'épicentre macroséismique montre par ailleurs que la profondeur du foyer est très faible ; l'application de la formule de Gutenberg conduit à une profondeur comprise entre 2,5 et 3 km (chiffres approximatifs).

Les phénomènes séismiques qui ont débuté le 25 avril 1963 sont analogues à ceux qui se sont produits en différentes régions du globe à l'occasion de la mise en eau de lacs-réservoirs (voir : J.P. Rothé, Séismes artificiels, Tectonophysics, vol. 9, 1970, pp. 215-238).

Le barrage de Monteynard, barrage-voûte de 130 m de hauteur, a été construit dans les gorges épigéniques du Drac ; il s'appuie sur des calcaires durs -mais très diaclasés- du Toarcien (Lias supérieur) qui reposent eux-mêmes sur des schistes tendres du Domérien supérieur (Lias moyen) et sur des calcaires marneux avec lits schisteux du Domérien inférieur (voir en particulier la planche VI, pp. 32-33 dans : M. Gignoux et R. Barbier, Géologie des barrages et des aménagements hydrauliques, Masson, Paris, 1955). La dérivation provisoire fut fermée le 19 avril 1962 à la cote 397 m, c'est-à-dire à 42 m au-dessus du lit de la rivière ; le remplissage s'est poursuivi pendant l'été et l'automne 1962 ; la cote 480 a été atteinte en janvier 1963 et la cote 490, le 15 avril 1963, correspondant à une hauteur d'eau de 130 m et à une capacité totale de 275 Mm³ (figure 15).

Le violent séisme du 25 avril 1963 s'est donc produit quelques jours seulement après que le remplissage ait atteint sa cote maximum.

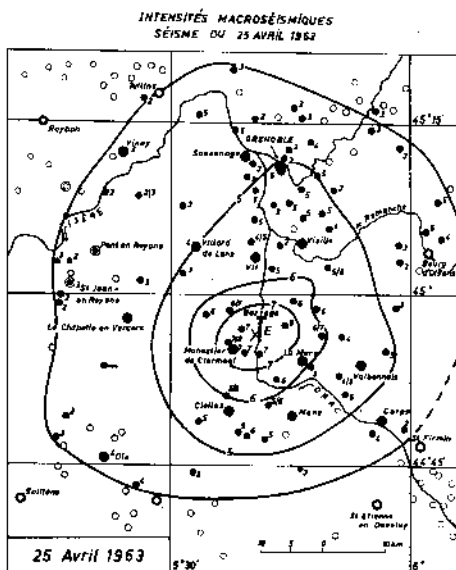


Figure 14 -

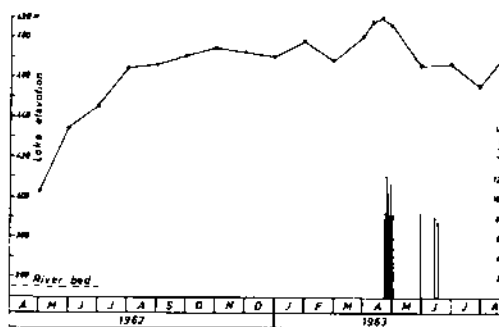


Figure 15 - Lac-barrage de Monteynard ; courbe de remplissage et activité séismique (énergie libérée en joules, d'après E. Peterschmitt).

Ce séisme a été immédiatement suivi par plusieurs répliques le même jour à 20 h. 24 mn. (largement ressentie dans la zone épiscopale à Sinard, Avignonet, Monestier, Miribel, Monteynard, Nantes, Saint-Arey, etc...) et à 23 h. 58 mn. (ressentie à Sinard et Monteynard).

Une réplique plus importante s'est produite le 27 avril à 05 h. 28 mn. ; elle causait de nouveaux dégâts dans les villages voisins du barrage (45 cheminées démolies au Monestier, 15 à Sinard) ; des chutes de rochers se produisaient encore en amont et en aval du barrage et la secousse était ressentie jusqu'à Grenoble et Villard-de-Lans.

Du 25 avril au 26 décembre le chef de la centrale électrique de Monteynard a dénombré 26 séismes.

Le 23 octobre 1963, à 06 h. 09 mn., une réplique a été ressentie 3 à Treffort, 2-3 à Notre-Dame-de-Commiers, 2 à Sinard et Avignonet ; 12 réponses négatives. La secousse a été enregistrée à Isola (e : 06 h. 09 mn. 22 s.).

La secousse du 2 décembre à 06 h. 03 mn. a été ressentie dans quelques localités : 4 à Miribel-Lanchâtre et Marcleu où on a noté un fort changement du régime des sources à la suite du séisme du 25 avril ; 3 au Monestier et à N.D. de Commiers ; la secousse a été signalée à Sinard, Avignonet et Treffort.

La secousse a été enregistrée à Monteynard (iPg : 06 h. 03 mn. 58,8 s.), Roselend (iPg : 06 h. 04 mn. 19,3 s. ; eSg : 06 h. 04 mn. 32,0 s.), Isola (iPg : 06 h. 04 mn. 23,2 s. ; i : 06 h. 04 mn. 44,8 s.) et Cadarache (e : 06 h. 05 mn. 15 s.) ; heure origine : 06 h. 03 mn. 58 s.

Une nouvelle secousse ressentie assez fortement a eu lieu le même jour à 09 h. 56 mn.

Le 7 décembre une nouvelle secousse, faiblement ressentie, était enregistrée à la station de Monteynard (ePg : 10 h. 17 mn. 21,5 s. ; iSg : 10 h. 17 mn. 21,9 s.).

Le 20 décembre à 07 h. 09 mn. et le 26 décembre à 06 h. 13 mn. deux nouvelles secousses paraissant avoir une composante verticale prépondérante ont été ressenties à l'usine du barrage et ont été accompagnées d'un bruit d'explosion après la secousse du 26 on a constaté l'augmentation du débit - de 270 à 470 l/mn d'un drain (DG 15) situé en rive gauche dans le rocher à l'aval du barrage à la cote 375. Le débit de ce drain était passé par un premier maximum (315 l/mn) lors du séisme du 25 avril 1963.

L'activité séismique s'est poursuivie pendant plusieurs années. Le tableau I a été établi par MM. Peterschmitt et Kipper en utilisant les enregistrements obtenus à la station de Roselend, à 110 km du barrage et à celle de Monteynard qui a fonctionné sur le barrage à partir du 9 août 1963. Les magnitudes des séismes du 25 avril à 13 h. 36 mn. et 20 h. 24 mn. et du 27 avril à 05 h. 18 mn. ont été déterminées d'après les inscriptions obtenues dans les stations de Bâle et Strasbourg. La lecture de l'amplitude enregistrée à Roselend le 25 avril à 20 h. 24 mn. a servi d'élément de comparaison pour la détermination de la magnitude des autres secousses d'après les enregistrements de Roselend par la formule $M = 2,34 + \log 2A$; $2A$: amplitude double maximum à Roselend.

Pour les séismes faibles, MM. Peterschmitt et Kipper ont utilisé les amplitudes enregistrées par le sismographe de Monteynard par comparaison avec les amplitudes communes enregistrées à la fois à Roselend et à Monteynard. Les formules suivantes ont été employées :

$M = \log 2Z$ et $M = \log 2H + 0,3$, $2Z$ et $2H$ étant les amplitudes doubles maximums (exprimées en dixièmes de mm) mesurées sur la composante verticale et sur la composante horizontale. L'énergie libérée en joules a été calculée par la formule $\log E = 2,9 + 1,9 M$. La distance D de la station de Monteynard au foyer a été déterminée d'après la différence Δt des temps d'arrivée à la station de Monteynard des ondes longitudinales et transversales.

Les causes d'une activité séismique liée au remplissage de lacs-barrages a été discutée ailleurs (voir en particulier une bibliographie récente dans : J.P. Rothé, Séismes artificiels, Tectonophysics, vol. 9, 1970, pp. 215 - 238). En ce qui concerne le cas du barrage de Monteynard il faut souligner d'une part la hauteur importante du barrage (130 m) et par contre la capacité relativement faible du réservoir (275 Mm³ contre 2780 Mm³ pour le lac de Koyna, en Inde ; 35000 Mm³ pour le Lac Mead, aux U.S.A. ; 175.000 Mm³ pour le lac de Kariba sur le Zambèze). Par ailleurs il est important de noter que la région de Monteynard possède une tectonique compliquée avec un réseau de failles les unes orientées nord-sud, comme celle de la Mure, d'autres au contraire de direction Est-Ouest ; des fissures et des diaclases existent dans le substratum du lac et il est probable que le réservoir effectif est plus important que le bassin visible. La circulation en profondeur d'eau sous pression a dû jouer un rôle primordial dans le déclenchement des secousses.

Etude microsismique de la secousse principale et des répliques du 25 et 27 avril

Le calcul par ordinateur utilisant les tables d'Haslach avec un foyer superficiel a fourni les résultats suivants :

- a) Secousse principale : 25 avril 1963 à 13 h. 36 mn.
44°57'6 ± 1'5 N, 5°37'5 ± 2'0 E , H = 13 h. 36 mn. 10,7 s.
- b) Réplique du 25 avril 1963 à 20 h. 24 mn.
45°03'8 ± 2'5 N, 5°47'5 ± 3'E , H = 20 h. 24 mn. 20,4 s.
- c) Réplique du 27 avril 1963 à 05 h. 28 mn.
44°59'1 ± 1'7 N, 5°38'0 ± 2'5 E , H = 05 h. 28 mn. 19,8 s.

Tableau 1

Secousses locales originaires de la région du barrage de Monteynard

25 avril 1963 - 31 décembre 1967

| Date | Heure origine (T. U.) | D km | 2Z mm | 2H mm | 2A mm | M | Log E joules | Remarques |
|-------|--------------------------|---------|-----------|----------|----------|------|-----------------|---|
| | h m s | | | | | | | |
| 1963 | | | | | | | | |
| 25.4 | 00 34 | - | - | - | 1,7 | 2,8 | 7,8 | Res senti fortement. Pas de dégâts |
| 25.4 | 00 37 | - | - | - | 4 | 2,9 | 9,4 | |
| 25.4 | 13 36 11 | - | - | - | 7 | 4,9 | 12,2 | Secousse principale |
| 25.4 | 20 24 18 | - | - | - | 4,6 | 4,0 | 10,5 | Res senti: |
| 25.4 | 23 58 52 | - | - | - | 3 | 2,8 | 8,2 | |
| 27.4 | 05 28 19 | - | - | - | ? | 4,5 | 11,4 | Res senti. Quelques dégâts à Sinard |
| 1.5 | 02 56 40 | - | - | - | 3 | 2,8 | 8,2 | Res senti fortement |
| 30.5 | 19 17 52 | - | - | - | 4 | 2,9 | 8,4 | Res senti |
| 13.6 | 18 36 32 | - | - | - | 3 | 2,8 | 8,2 | Res senti |
| 17.6 | 08 00 17 | - | - | - | 1 | 2,4 | 7,5 | Res senti fortement |
| 2.12 | 06 03 57 | - | - | - | 1,2 | 2,4 | 7,5 | Res senti |
| 2.12 | 09 56 29 | 3,7 | - | 1,5 | 0,6 | 2,1 | 6,9 | Moyen, res senti |
| 7.12 | 10 17 21 | 3,0 | - | 1,5 | 0 | 1,1 | 5,0 | |
| 20.12 | 07 09 59 | 5,2 | - | 1,5 | 0 | 2,2 | 7,1 | Res senti dans l'usine |
| 26.12 | 06 13 | (2) | - | 6 | 0 | 2,0 | 6,7 | Res senti dans l'usine et à Sinard. |
| 1964 | | | | | | | | |
| 15.1 | 20 22 23,9 | 4,5 | - | 21,0 | 1,0 | 2,3 | 7,3 | Res senti à l'usine et à Sinard |
| 16.1 | 02 33 06,8 | 4,5 | - | 30,0 | 0,8 | 2,2 | 7,1 | Res senti à l'usine et à Sinard |
| 20.1 | 01 07 | - | - | - | - | - | - | Res senti à l'usine et à Sinard |
| 11.2 | 21 36 47,6 | 3,7 | - | 3,5 | - | 1,8 | 6,3 | |
| 7.4 | 14 54 27,8 | 1,9 | 2,5 | - | - | 1,4 | 5,6 | |
| 13.8 | 05 18 42,7 | 9,0 | - | - | 5,0 | 3,1 | 8,8 | Res senti à Sinard et à Vif |
| 1.11 | 04 57 29,6 | 4,5 | 3 | 2 | - | 1,5 | 5,5 | Res senti à l'usine et à Sinard |
| 18.12 | 08 52 28,0 | 3,7 | (15) | - | 1,2 | 2,4 | 7,5 | Res senti à Sinard |
| 19.12 | 17 16 42,9 | 2,2 | 3,5 | - | - | 1,5 | 5,8 | |
| 1965 | | | | | | | | |
| 21.3 | 12 42 59,3 | 3,0 | 9 | 5 | - | 2,0 | 6,7 | |
| 1966 | | | | | | | | |
| 21.5 | 03 32 19 | 3,0 | 3 | 1,5 | - | 1,5 | 5,8 | |
| 29.5 | 03 47 07 | <0,7 | - | - | - | - | - | |
| 12.7 | 02 54 46,7 | 6,0 | 2,7 | ? | - | 1,5 | 5,8 | |
| 18.7 | 05 35 49,1 | 4,5 | 4 | 3 | - | 1,7 | 6,1 | |
| 22.7 | 04 54 19,0 | 6,7 | 10 | 4,2 | 0,6 | 2,0 | 6,7 | |
| 3.8 | 00 39 07 | 4,5 | 7 | 4 | - | 1,8 | 6,3 | |
| 9.8 | 22 55 18,5 | 7,5 | 14 | 4,5 | 0,8 | 2,1 | 6,9 | |
| 12.8 | 03 35 58,4 | 6,7 | 22 | 5 | 1 | 2,2 | 7,1 | |
| 24.8 | 20 47 04,1 | - | trop fort | 60 | 4,3 | 11,0 | | Carte macroséismique : voir plus loin n° 109, fig. 32 |
| 24.8 | 21 09 05,4 | 6,0 | 1,7 | 0,8 | - | 1,2 | 5,2 | |
| 25.8 | 04 54 08,0 | 5,2 | 4 | - | - | 1,6 | 5,9 | |
| 25.8 | 08 44 33,8 | 5,2 | 2 | - | - | 1,3 | 5,4 | |
| 27.8 | 16 08 34,4 | 4,5 | 3,5 | 1,3 | - | 1,5 | 5,8 | |
| 18.9 | 16 57 22,7 | 4,5 | 2,7 | - | - | 1,3 | 5,4 | |
| 23.9 | 16 24 39,6 | 6,0 | 12 | (3,5) | - | 2,1 | 6,9 | Res senti à l'usine |
| 25.9 | 13 19 40,3 | 5,2 | 12 | (2,6) | - | 2,1 | 6,9 | |
| 25.9 | 14 35 56,5 | 6,0 | 5 | 3 | 0,25 | 1,7 | 6,1 | |
| 10.11 | 15 50 28,4 | 4,5 | 7 | - | - | 1,8 | 6,3 | |
| 12.11 | 16 05 24,4 | 4,5 | 2,5 | - | - | 1,4 | 5,6 | |
| 12.11 | 11 32 24,5 | 5,2 | 11 | - | - | 2,2 | 7,1 | |
| 12.11 | 17 53 19,1 | 5,2 | 3,4 | - | - | 1,5 | 5,8 | |
| 27.11 | 00 04 14,8 | 4,5 | 13 | (8) | 2 | 2,6 | 7,8 | |
| 18.12 | 23 44 06,2 | 3,7 | 11 | 3,5 | - | 2,0 | 6,7 | |
| 1967 | | | | | | | | |
| 20.1 | 10 12 42,0 | 6,0 | 1,7 | 1 | - | 1,1 | 5,0 | |
| 20.1 | 10 13 34,6 | 6,7 | 8 | 4 & 5 | - | 1,9 | 6,5 | |
| 20.1 | 10 13 50,8 | 7,5 | 10 & 15 | 8,5 | 0,5 | 2,0 | 6,7 | |
| 5.5 | 18 27 45,1 | 7,5 | 5,5 | 2 | - | 1,6 | 5,8 | |
| 30.6 | 04 14 57,4 | <0,7 | 15 | 5 | - | 2,1 | 6,9 | Res senti légèrement à l'usine |
| 30.6 | 05 21 16,0 | 4,5 | 20 | 10 | 0,5 | 2,2 | 7,1 | Res senti légèrement à l'usine |
| 30.6 | 05 21 51,0 | 4,5 | 11 | 6,7 | 0,2 | 1,9 | 6,5 | Res senti légèrement à l'usine |
| 30.6 | 05 22 19,5 | 3,7 | 8 | 2,5 | - | 1,7 | 6,1 | Res senti légèrement à l'usine |
| 30.6 | 05 22 44,6 | <0,7 | 3 | 0,5 | - | 1,9 | 6,5 | Res senti légèrement à l'usine |
| 7.7 | 04 43 41 | 5,2 | 11 | ? | 0,8 | 2,2 | 7,1 | |
| 7.7 | 04 47 43 | 4,5 | 4 | 1 | - | 1,6 | 5,9 | |
| 7.7 | 04 48 12 | ? | 1,3 | 0,3 | - | 1,2 | 5,2 | |
| 7.7 | 04 50 52 | 4,5 | 5 | 1 | - | 1,6 | 5,9 | |
| 28.8 | 22 07 15,5 | 3,0 | 25 | 6 | 2 | 2,6 | 7,8 | |
| 8.11 | 15 22 09,6 | 6,7 | 7,5 | 2 | - | 1,8 | 6,3 | |
| 13.11 | 04 46 02,7 | 5,2 | 16 | 6 | - | 2,1 | 6,9 | Res senti légèrement à l'usine |

On remarquera que le point moyen de l'épicentre calculé pour le séisme principal est situé à environ 5 km au Nord-ouest de l'épicentre macroséismique et à 4 km environ du barrage.

Données concernant le séisme principal :

H = 13 h +

| Distance | Station | Phase | mn | s | O - C | Phase | mn | s | O - C |
|----------|-------------|-------|----|------|--------|-------|----|------|--------|
| 111 | Roselend | iPg | 35 | 32,0 | 2,16 | iSg | 36 | 46,5 | 2,56 |
| 142 | Isola | iPn | 36 | 32,7 | - 1,98 | iPg | 36 | 35,7 | 0,86 |
| 177 | Lorgues | iPn | 36 | 37,6 | - 1,44 | | | | |
| 198 | Monaco | iPn | 36 | 41 | - 0,51 | iPg | 36 | 43 | - 1,34 |
| 217 | Clermont | ePn | 36 | 48,0 | 4,22 | Pg | 36 | 51 | 3,50 |
| 249 | Neuchâtel | Pn | 36 | 47,6 | - 0,12 | | | | |
| 256 | Besançon | iPn | 36 | 48,0 | - 0,58 | iSg | 37 | 24 | - 2,04 |
| | Besançon | iPg | 36 | 55,0 | 0,84 | | | | |
| 290 | St Saulge | iPn | 36 | 53,5 | 0,77 | | | | |
| 291 | Lormes | iPn | 36 | 53,1 | 0,29 | iPg | 37 | 00,3 | 0,26 |
| 304 | Toulx | iPn | 36 | 54,2 | - 0,43 | | | | |
| 324 | Garchy | iPn | 36 | 58,4 | 1,35 | iSg | 37 | 42,2 | - 4,33 |
| | Garchy | iPg | 37 | 07,2 | 1,22 | | | | |
| 369 | Chur | ePn | 37 | 04,4 | 2,08 | iSg | 37 | 59,3 | 0,02 |
| | Chur | ePg | 37 | 11,0 | - 2,29 | | | | |
| 435 | Strasbourg | Pg | 37 | 24 | - 0,41 | iSg | 38 | 19,5 | 0,90 |
| 439 | Ravensburg | Pg | 37 | 27,2 | 2,10 | | | | |
| 440 | Messstetten | ePn | 37 | 09,7 | - 1,30 | eSg | 38 | 22,3 | 2,18 |
| 498 | Karlsruhe | Pg | 37 | 34,2 | - 0,84 | Sg | 38 | 34 | - 3,03 |
| 506 | Stuttgart | eiPn | 37 | 16,9 | - 2,36 | iSg | 38 | 38,1 | - 1,62 |
| 595 | St Sauveur | iPn | 37 | 31,2 | 1,27 | | | | |
| 625 | Gorron | iPn | 37 | 35,2 | 1,59 | | | | |
| 629 | Folinière | iPn | 37 | 35,6 | 1,52 | iSg | 39 | 13,1 | - 2,46 |
| 673 | Bensberg | ePn | 37 | 39,3 | - 0,76 | eiSg | 39 | 27,4 | - 2,61 |
| 700 | Ljubljana | iPn | 37 | 48,5 | 4,98 | eiSg | 39 | 37,8 | - 0,63 |
| 755 | Kasperské | eiPn | 37 | 50 | - 0,21 | eiSg | 39 | 52 | - 2,55 |
| 795 | Iena | ePn | 37 | 57 | 1,95 | eiSg | 40 | 07 | 0,81 |
| 867 | Prubonice | iPn | 38 | 04,5 | 0,57 | | | | |
| 891 | Wien | eiPn | 38 | 07 | - 0,09 | iSg | 40 | 27 | - 8,14 |
| 974 | Toledo | eiPn | 38 | 18,5 | 2,34 | iSg | 40 | 53,5 | - 3,78 |
| 1207 | Durham | eP | 38 | 45 | 0,51 | | | | |
| 1842 | Uppsala | iP | 40 | 03,2 | 1,18 | | | | |
| 2116 | Skalstugan | iP | 40 | 34,6 | - 0,33 | | | | |
| 2139 | Nurmijarvi | iP | 40 | 35,1 | - 2,45 | | | | |
| 2291 | Uméa | iP | 40 | 50,1 | - 3,74 | | | | |

32. - 30 avril 1963 à 12 h. 42 mn. - Bouches-du-Rhône : 43°25'N, 5°29'E

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires : il s'agit d'un nouveau coup de toit dans le Bassin de Gardanne non signalé par la Direction des Houillères.

| Km | | | | | | | |
|-----|----------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 71 | Lorgues | iPg | 12 h. 42 mn. | 02,5 s. | | | |
| 152 | Isola | eiPg | 42 | 17,5 | i | 12 h. 42 mn. | 52,9 s. |
| | | iSg | 42 | 36,2 | | | |
| 161 | Monaco | ePg | 42 | 18 | iSg | 42 | 39,2 |
| 268 | Roselend | ePg | 42 | 36 | iSg | 43 | 09,5 |
| 323 | Clermont | e | 43 | 06 | iSn | 44 | 16 |
| 412 | Toulx | iPn | 42 | 48,7 | | | |
| 447 | Lormes | i | 43 | 37,5 | | | |
| 468 | Garchy | iSg | 44 | 09,7 | i | 45 | 34,2 |

Heure origine : 12 h. 41 mn. 51 s.

33. - 27 juin 1963 à 00 h. 11 mn., 00 h. 15 mn et 01 h. 04 mn. - Hautes-Alpes : 44°54'N, 6°38'E

Une série de secousses a été ressentie le 27 juin entre 00 h. et 04 h. dans la région de Briançon où 9 secousses ont été observées ; la première la plus forte a été ressentie à Briançon avec l'intensité 5 ; au hameau du Chalias, à 1 km à l'Est de Briançon les habitants sont sortis des maisons ; les intensités suivantes ont été observées : 5 à Pelvoux (1 secousse) et à Puy-Saint-Pierre (2 secousses), 4 à Val des Prés (4 secousses), 3 à Villard St Pancrace (deux secousses), Le Monétier et Saint-Chaffrey, 2 à Puy Saint-André (1 secousse) ; 2 à Montgenèvre (d'après la station météo).

35 réponses négatives, en provenance en particulier de Villar d'Arène et La Grave (c. de La Grave), de Cervières et Névache (c. de Briançon) et des communes des cantons de l'Argentière, Aiguilles, Guillestre, Savines, Embrun.

D'après ces données l'épicentre est situé au voisinage même de Briançon (44°54'N, 6°38'E).

Les trois secousses les plus importantes ont été enregistrées dans quelques observatoires :

a) Première secousse ; Heure origine : 00 h. 11 mn. 41 s.

| Km | | | | | | | |
|-----|----------|-----|--------------------|-----|----------------------|--|--|
| 83 | Roselend | Pg | 00 h. 11 mn. 56 s. | iSg | 00 h. 12 mn. 08,2 s. | | |
| 86 | Isola | Pg | 11 56,1 | iSg | 12 06,4 | | |
| 144 | Monaco | ePn | 12 07,7 | iSg | 12 26,6 | | |
| | Monaco | Pg | 09 | | | | |

b) Deuxième secousse ; Heure origine : 00 h. 15 mn. 57 s.

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------------|-----|----------------------|--|--|
| 83 | Roselend | ePg | 00 h. 16 mn. 10 s. | iSg | 00 h. 16 mn. 22,5 s. | | |
| 86 | Isola | iPg | 16 11,4 | iSg | 16 22,0 | | |
| 144 | Monaco | ePg | 16 24 | iSg | 16 44,0 | | |
| 152 | Cadarache | iPn | 16 23,3 | iSg | 16 42,8 | | |
| 293 | Clermont | ePg | 16 49 | i | 17 39,5 | | |
| 383 | Garchy | ePg | 17 00,6 | | | | |

c) Troisième secousse ; Heure origine : 01 h. 04 mn. 29 s.

| Km | | | | | | | |
|----|----------|-----|--------------------|------|--------------------|--|--|
| 83 | Roselend | ePg | 01 h. 04 mn. 42 s. | eiSg | 01 h. 04 mn. 52 s. | | |
| 86 | Isola | e | 04 44,0 | iSg | 04 52,5 | | |

34 à 38. - 19 juillet 1963 à 05 h. 45 mn. 28 s. et à 05 h. 46 mn. 05 s. - Golfe de Gênes : 43°23'N, 8°10'E

Le double séisme du 19 juillet 1963, de magnitudes 5,7 et 5,2 -le plus fort en Europe occidentale depuis plusieurs décennies- est particulièrement intéressant à étudier parce qu'il s'est produit en Méditerranée, dans le golfe de Gênes entre la Corse et la Côte d'Azur, dans une région qui a fait l'objet ces dernières années de plusieurs recherches géologiques et géophysiques. Fortement ressenti sur la Côte d'Azur il y a provoqué une émotion dont témoignent les nombreux articles de Presse publiés à cette occasion : panique dans les grands immeubles, ruée vers les plages des touristes réveillés en sursaut, envol de nuées d'oiseaux sur le rocher de Monaco. L'épicentre calculé (43°23'N, 8°10'E) coïncide avec l'isobathe 2500 m (figure 16) et se place à l'extrémité nord-est de la plaine abyssale qui constitue la partie centrale de la Méditerranée occidentale, zone centrale caractérisée par une aiséismicité totale. Cette région a fait l'objet de la campagne géophysique du "Chain" (voir : D.A. Fahliquist, Seismic refraction studies in the Western Mediterranean, Ph. D. Thesis, M.I.T., Cambridge, Mass., 1963). Près du foyer du séisme la surface de Mohorovicic culmine à une profondeur de 10,7 km sous le fond de la mer ; la structure est de type océanique avec une croûte continentale très amincie ou même absente. Comme l'a rappelé Grinda (L. Grinda, les enseignements du séisme du 19 juillet 1963 du Golfe de Gênes, Commission sismologique européenne, Budapest, 1964) le professeur Glangeaud avait situé dans le golfe de Gênes une "antéclise", bombement du Manteau supérieur, conséquence de la rupture de la croûte terrestre quand des blocs continentaux se séparent ou s'écartent les uns des autres. Dubourdieu explique la formation du golfe de Gênes par la séparation du bloc Corse-Sardaigne du continent provençal à la fin du miocène (Dubourdieu, le déplacement de l'Europe occidentale, C.R. Acad. Sc., Paris, vol. 254, 1962, pp. 510-512). Les mesures paléomagnétiques confirment une rotation et une dérive du "radeau" Corse-Sardaigne par rapport au massif continental Maures-Estérel. A l'examen de la figure 16 on peut donc penser que le séisme du 19

juillet 1963 est un épisode marquant la poursuite de l'ouverture du golfe de Gênes à l'extrémité nord-est de la "déchirure" que constitue la Méditerranée occidentale (voir : J.P. Rothé, la sismicité de l'Atlantique oriental et de la Méditerranée occidentale, communication au colloque C.N.R.S. de Villefranche-sur-Mer, septembre 1968, 12 pages ronéotypées, 1 carte). Il est probable que la même explication est valable pour certains des séismes destructeurs en Ligurie - en particulier celui du 23 février 1887 - et dont les foyers se trouvaient probablement au large de la côte.

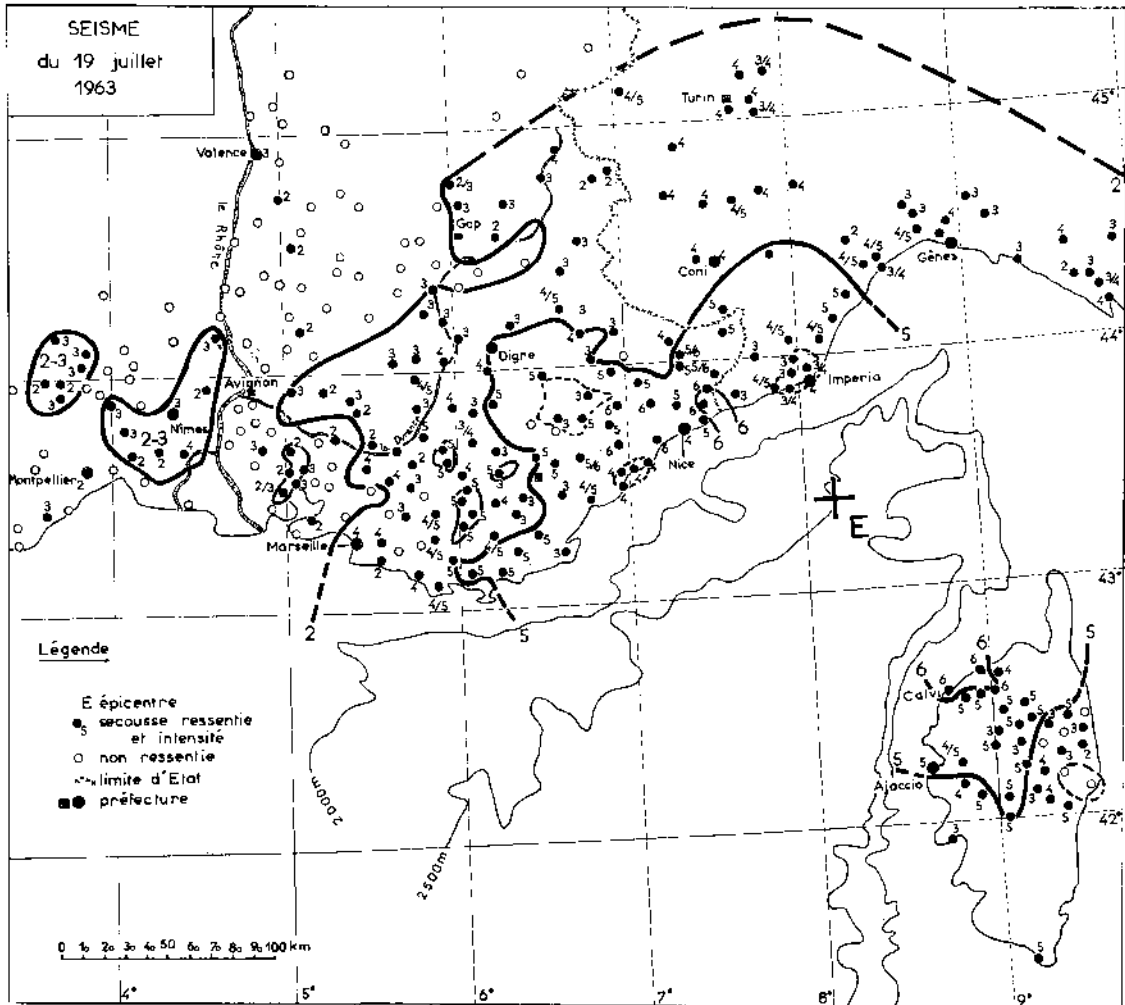


Figure 16 -

Observations macroséismiques

872 questionnaires envoyés, 627 réponses dont 441 positives. Les renseignements macroséismiques sont résumés sur la carte générale figure 16. La secousse principale a été ressentie dans la totalité des départements des Alpes Maritimes, du Var et de la Corse, dans la presque totalité du département des Basses-Alpes, dans une partie des départements des Hautes-Alpes et des Bouches-du-Rhône, partiellement dans le département du Gard et localement dans la Drôme, le Vaucluse et l'Hérault. La secousse a été largement ressentie en Italie (figure 16) ; voir aussi : Bolletino sismico, Luglio 1963, Istituto nazionale di Geofisica). On a noté les intensités suivantes : 5 à Rezzo (Imperia), Toirano et Rialto (Savona), Mondovi (Cuneo) ; 4-5 à Masone (Genova), Susa (Torino), Taggia (Imperia), Cuneo, etc ... ; 4 à Savone, La Spezia, Alba, Saluzzo, Moncalieri, Pinerolo, etc ... ; 3-4 à Genova ; 3 à Orciano Pisano (Pisa), Montremoli (Massa Carrara), Chiavari (Genova), etc ...

En Suisse plusieurs localités du Tessin ont ressenti la secousse (3 à Bellinzona, 2-3 à Locarno, Lugano, etc ...) qui a également été notée à Genève et Saint-Gall.

La surface macroséismique proprement dite mesure environ 180.000 km² (rayon moyen : 240 km) mais la secousse a été signalée dans certaines localités plus éloignées

| | Distance |
|---------------------------------|----------|
| Sournia (Pyrénées orientales) | 470 km |
| Saint-Gall (Suisse) | 455 |
| Saint-André de Valborgne (Gard) | 370 |
| Ganges (Gard) | 365 |
| Saint-Jean du Gard (Gard) | 355 |
| Lasalle (Gard) | 355 |
| Montpellier (Hérault) | 350 |
| Genève (Suisse) | 345 |
| Vérone (Italie) | 320 |
| Locarno (Suisse) | 315 |

En France l'intensité 6 a été atteinte dans quelques localités où des chutes de plâtras ou de tuiles, des arrêts de pendules, des sonneries de cloches ont été observées : Cagnes-sur-Mer, Gréolières, Bouyon, Grasse, Biot, Roquefort, Castellar, Castillon, Chateaufort-Cotes, Gorbio, Nice et Menton (Alpes-Maritimes) ; Les Arcs (Var) ; Bastia, Calvi, Olmi Capella et l'Ile Rousse (Corse). A Monte-Carlo (Monaco) on a également signalé quelques fissures dans des immeubles.

Le rayon moyen de l'isoséiste 5 est d'environ 150 km (surface : 70.000 km²).

Observations microséismiques

34. - 19 juillet 1963 à 05 h. 45 mn.

La première secousse -celle de magnitude 5,7 (d'après Uppsala) a été inscrite dans plus de 150 observatoires. Des calculs de l'épicentre ont été effectués au Bureau central international de séismologie de Strasbourg à partir de différentes hypothèses et en utilisant soit les tables d'Haslach soit les tables de Jeffreys-Bullen. On rappellera ici quelques résultats :

1/ Tables d'Haslach jusqu'à 21 degrés ; tables Jeffreys au delà ; Profondeur imposée : 33 km ; données utilisées : 130 ; Ondes Pg pour les trois premières stations ; Ondes Pn pour les autres.

43°21'3 ± 1'9 N ; 8°08'4 ± 2'1 E ; H = 05 h. 45 mn. 28,8 s. ± 0,24

| Km | | Première arrivée | Résidu O - C |
|------|-------------|----------------------|--------------|
| 71 | Monaco | 05 h. 45 mn. 39,7 s. | - 1,86 |
| 127 | Isola | 45 47,3 | - 3,48 |
| 143 | Lorgues | 45 49,8 | - 3,91 |
| 286 | Roselend | 46 09 | 2,01 |
| 393 | Roma | 46 19 | - 1,13 |
| 404 | Chur | 46 23,4 | 2,00 |
| 416 | Neuchâtel | 46 23,7 | 0,87 |
| 465 | Besançon | 46 30 | 1,11 |
| 482 | Clermont | 46 31 | 0,08 |
| 514 | Trieste | 46 36 | 1,16 |
| 550 | Lormes | 46 39,9 | 0,74 |
| 566 | Welschbruch | 46 42,3 | 1,18 |
| 571 | Toulx | 46 43,5 | 1,75 |
| 583 | Strasbourg | 46 44 | 0,88 |
| 609 | Stuttgart | 46 46,4 | 0,15 |
| 649 | Bagnères | 46 52,4 | 0,95 |
| 797 | Dourbes | 47 09,9 | 0,55 |
| 847 | Messina | 47 16 | 0,50 |
| 850 | Alger | 47 16,3 | 0,43 |
| 865 | St-Sauveur | 47 18,1 | 0,66 |
| 897 | Folinière | 47 22,2 | 0,60 |
| 914 | Alicante | 47 28 | 4,34 |
| 1084 | Toledo | 47 47 | 2,46 |
| 1103 | Kew | 47 48 | 1,25 |
| | etc ... | etc ... | etc ... |

On remarquera que pour les trois stations les plus proches les résidus O - C concernant les ondes Pg sont fortement négatifs. Comme l'a indiqué L. Grinda ce fait confirme le caractère océanique de la plus grande partie du trajet parcouru par les ondes sismiques pour atteindre les 3 stations. On est amené à prendre pour vitesse de propagation de l'onde directe une valeur voisine de 7,0 km/s au lieu de la valeur 5,95 km/s, prise pour la vitesse de l'onde Pg. La méconnaissance de ce fait entraîne des erreurs importantes sur la détermination de l'épicentre ainsi que cela apparaît dans certains calculs (voir : M. Bossolasco et C. Eva, Il Terremoto del 19 Luglio 1963 con epicentro Nel Mar Ligure, Geofisica e Meteorologia, vol. XIV, 1965, pp. 6-18).

2/ Tables de Jeffreys complètes ; données des trois premières stations éliminées ; profondeur imposée surface ; stations utilisées : 127.

$43^{\circ}25'1 \pm 1'3$ N, $8^{\circ}11'2 \pm 1,6$ E ; H = 05 h. 45 mn. 22,9 s. $\pm 0,17$

3/ Tables de Jeffreys complètes ; profondeur imposée : 33 km ; mêmes stations que pour le calcul précédent

$43^{\circ}28'0 \pm 2,4$ N, $8^{\circ}11'2 \pm 1,8$ E ; H = 05 h. 45 mn. 27,6 s. $\pm 0,20$

4/ Tables de Jeffreys complètes ; profondeur non imposée ; mêmes stations que pour les calculs précédents

$43^{\circ}24'5 \pm 1,4$ N, $8^{\circ}11'5 \pm 3'0$ E ; H = 05 h. 45 mn. 22,1 s. $\pm 0,94$

Profondeur calculée : 38 km ± 6 km

Autres calculs de l'épicentre :

U.S. Coast and Geodetic Survey

$43^{\circ}4$ N, $8^{\circ}2$ E H = 05 h. 45 mn. 28 s., h = 33 km

Int. Seism. Summary (1963, pp. 663-666 ; données de 223 stations) :

$43^{\circ}42$ N, $8^{\circ}12$ E H = 05 h. 45 mn. 24,5 s., h = 8 km

Bossolasco et Eva

$43^{\circ}09'1 \pm 4'1$ N, $8^{\circ}05'3 \pm 4'0$ E, H = 05 h. 45 mn. 27,7 s. $\pm 0,4$

Les répliques

Pendant les deux mois qui ont suivi la secousse principale, plus de 100 répliques ont été enregistrées à Monaco et à Isola. C. Eva a dressé une liste de 49 secousses enregistrées à Genova entre le 19 juillet et le 5 septembre 1963 : 27 secousses le 19 juillet, 9 le 20 juillet, 1 le 22 juillet, 1 le 23 juillet, 2 le 26 juillet, 3 le 27 juillet, 1 le 29 juillet, 2 le 2 août, 1 le 16 août, 1 le 29 août et 1 le 5 septembre (voir : C. Eva, Sulla sequenza della scosse sismiche in Liguria, Geofisica e Meteorologia, vol. XVII, 1968, pp. 80-88).

Le tableau suivant indique d'après le même auteur la magnitude des principales secousses

| | Date | | Magnitude |
|----------|-------------|--------------------|-----------|
| N° 34. - | 19 juillet | 05 h. 45 mn. 28 s. | 5,7 |
| N° 35. - | 19 juillet | 05 h. 46 mn. 05 s. | 6,2 |
| | 19 juillet | 06 h. 31 mn. 04 s. | 4,0 |
| N° 36. - | 19 juillet | 07 h. 01 mn. 36 s. | 4,4 |
| | 19 juillet | 07 h. 04 mn. 33 s. | 4,0 |
| N° 37. - | 27 juillet | 05 h. 58 mn. 22 s. | 5,1 |
| N° 38. - | 5 septembre | 11 h. 44 mn. 39 s. | 4,0 |

35. - 19 juillet 1963 à 05 h. 46 mn.

La première secousse, de magnitude 5,7, a été suivie 38 secondes après, par une deuxième secousse, en fait plus forte, puisque d'après les enregistrements des stations éloignées la magnitude a atteint la valeur 6,0 à 6,2. Pour les observateurs dans la zone macrosismique les deux secousses trop rapprochées n'ont pu être distinguées l'une de l'autre ; la carte macrosismique se rapporte donc à l'ensemble des deux secousses.

L'épicentre microsismique est voisin de celui de la première secousse ; les données suivantes ont été publiées

U.S. Coast and Geodetic Survey :

43°3 N, 8°1 E, H = 05 h. 46 mn. 05,2 s. h = 33 km ca

Int. Seism. Summary (1963, pp. 666-668 ; données de 124 stations) :

43°42 N, 7°91 E, H = 05 h. 46 mn. 01 s. h = 5 km

B. C. I. S. (Strasbourg) :

43°23' ± 3'N, 8°12'E ± 4'E, H = 05 h. 46 mn. 05,6 s. h = 33 km ca

36. - 19 juillet 1963 à 07 h. 01 mn.

1/ B. C. I. S. (Strasbourg) :

Tables de Jeffreys ; profondeur imposée : surface

43°23' ± 3'N, 8°16' ± 4'E, H = 07 h. 02 mn. 32,1 s.

2/ B. C. I. S. (Strasbourg) :

Tables de Jeffreys ; profondeur imposée : 33 km

43°27' ± 6'N, 8°18' ± 6'E, H = 07 h. 01 mn. 36,5 s.

Cette secousse a été ressentie 3 à Monaco et signalée dans quelques localités du département des Alpes Maritimes (Breil, Sclos de Contes, Cabris), à des distances comprises entre 70 et 90 km de l'épicentre.

37. - 27 juillet 1963 à 05 h. 58 mn.

La secousse a été ressentie avec l'intensité 4 à Monaco, Nice, Valdeblone, La Bollène-Vésubie (où de nombreux habitants sont sortis des maisons), 3 à Sclos de Contes. Il n'a pas été fait d'enquête détaillée. Le rayon de la surface macroséismique est probablement voisin de 100 km.

De nombreuses stations ont enregistré la secousse (voir : bulletin mensuel B. C. I. S., juillet 1963, p. 1701 - 1702 et International Seismological Summary, 1963, pp. 689 - 690).

Magnitude : 5,5 (Blue Mountain) ; 5,4 (Stuttgart) ; 5,1 (USCGS).

Les données épicentrales suivantes ont été publiées :

1/ B. C. I. S. :

43°4 N, 8°2 E ; profondeur normale ; H = 05 h. 58 mn. 22 s.

2/ U. S. C. G. S. :

43°5 N, 8°4 E ; profondeur normale ; H = 05 h. 58 mn. 23,4 s.

3/ International Seismological Summary

43°56 N, 8°13 E ; h = 14 km ; H = 05 h. 58 mn. 22 s.

38. - 5 septembre 1963 à 11 h. 44 mn.

La secousse a été ressentie 2 à Monaco ; elle a été enregistrée dans quelques observatoires (voir : bulletin mensuel du B. C. I. S., septembre 1963, p. 2036).

L'épicentre calculé a pour coordonnées : 43°3 N, 8°2 E, H = 11 h. 44 mn. 39 s.

De nouvelles secousses dans la même région se sont produites le 5 mars 1964 (n° 56), le 2 octobre 1967 (n° 123) et le 18 juin 1970 (n° 187).

39 et 40. - Les séismes du Grandval, août-septembre 1963 : 44°55'N, 3°05'E

Comme le barrage de Monteynard (voir plus haut n° 31) celui de Grandval sur la Truyère (44°55'N, 3°05'E) s'est signalé par une activité séismique notable. Les caractéristiques du barrage sont les suivantes : hauteur d'eau maximum : 78 m ; capacité normale du lac-réservoir : 292 Mm³. Le commencement du remplissage a eu lieu le 15 septembre 1959 et le niveau maximum fut atteint en mars 1960 ; vidé en février 1962 (cote 670 m) le lac fut à nouveau presque entièrement rempli à la fin de décembre 1962 (cote 738 m). Quelques légers séismes et surtout de nombreux bruits souterrains furent observés par le personnel de l'usine hydro-électrique en particulier le 31 décembre 1962 et les 1, 13 et 14 janvier 1963.

Après une vidange partielle (cote 718 m) un nouveau remplissage amena le lac à sa cote maximum (742 m) au début d'août. C'est alors que se produisit un premier séisme notable décrit ci-dessous.

39. - 5 août 1963 à 05 h. 03 mn.

Enquête macroséismique : 195 réponses ; 25 réponses positives dont 18 en provenance du département du Cantal et 7 du département de la Lozère. La surface macroséismique, d'environ 600 km², est bien définie (figure 17). La zone d'intensité maximum (5) est centrée sur le lac-barrage et comprend les localités de Maurines, Fridefont, Alleuze et Lavastric ; dans ces deux derniers villages on a perçu un choc brusque de bas en haut.

Données microséismiques

| Km | | | 05 h. 04 mn. 08 s. | | 05 h. 04 mn. 18 s. |
|-----|------------|-----|--------------------|-----|--------------------|
| 94 | Clermont | Pg | | Sg | |
| 166 | Toulx | ePn | 04 | Pg | 04 |
| 246 | St-Saulge | ePn | 04 | Pg | 04 |
| 268 | Lormes | ePn | 04 | iSg | 05 |
| | Lormes | iPg | 04 | | |
| 291 | Roselend | ePn | 04 | iSn | 05 |
| | Roselend | iPg | 04 | iSg | 05 |
| 308 | Lorgues | ePn | 04 | Sg | 05 |
| | Lorgues | iPg | 04 | | |
| 325 | Saint-Paul | ePn | 04 | Pg | 04 |
| 325 | Isola | e | 04 | | |
| 475 | St Sauveur | ePn | 04 | eSg | 06 |
| | St Sauveur | Pg | 05 | | |
| 489 | Gorron | ePn | 04 | eSg | 06 |
| | Gorron | ePg | 05 | | |
| 506 | Folinière | ePn | 04 | eSg | 06 |
| | Folinière | iPg | 05 | | |

Les distances sont calculées par rapport à l'épicentre macroséismique (44°55'N, 3°05'E). Heure origine calculée : 05 h. 03 mn. 52 s. Vitesses : onde Pn, 8,1 km/s ; onde Pg, 5,85 km/s ; onde Sg, 3,55 km/s.

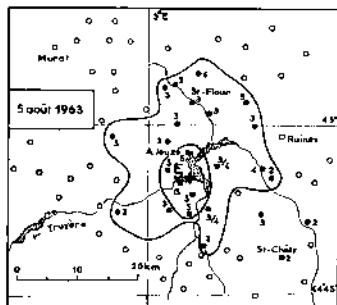


Figure 17 -

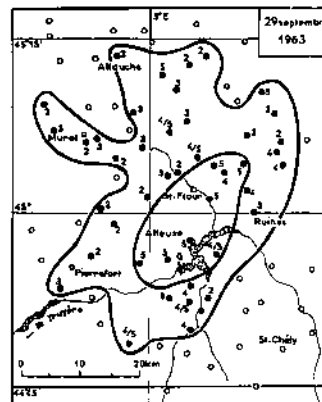


Figure 18 -

40. - 29 septembre 1963 à 07 h. 08 mn.

Le 29 septembre 1963, alors que le lac-réservoir se trouvait encore à son niveau maximum une nouvelle et plus importante secousse se produisit, précédée à 33 secondes d'une secousse plus faible. La surface macroséismique (figure 18) atteignait cette fois environ 1350 km² (le double de la surface intéressée par le séisme du 5 août, pour une secousse environ quatre fois plus forte d'après les inscriptions). La zone d'intensité ma-

ximum (5) est plus étendue, en particulier en direction Nord-est ; elle comprend les localités suivantes : Alleuze, Lavastrie, Montchamp, Peyrusse, Saint-Georges, Mentières, Neuvéglise ; on a noté l'intensité 4-5 à Faverolles, Jabrun, Maurines, Talizat. L'épicentre macroséismique (44°58'N, 3°05'E) paraît situé un peu plus au nord que celui de la secousse du 5 août 1963.

127 réponses dont 46 positives.

Données microséismiques

a) Première secousse (prémonitoire)

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|------|--------------------|-----|----------------------|--|--|
| 88 | Clermont | ePg | 07 h. 08 mn. 30 s. | iSg | 07 h. 08 mn. 39,5 s. | | |
| 259 | Garchy | iPn | 08 56 | iSg | 09 25,1 | | |
| 289 | Roselend | eiPg | 09 04 | iSn | 09 34,2 | | |
| | Roselend | | | iSg | 09 39,1 | | |
| 316 | Bagnères | ePn | 08 59 | iSg | 09 43,5 | | |
| | Bagnères | iPg | 09 09,4 | | | | |
| 327 | Isola | Pg | 09 09,5 | | | | |
| 372 | Monaco | | 10 20 | | | | |
| 429 | Paris | | | eSg | 10 15,5 | | |
| 470 | St Sauveur | ePn | 09 17,7 | eSg | 10 27 | | |
| 485 | Gorron | ePn | 09 19,1 | | | | |
| 502 | Folinière | ePn | 09 22,5 | eSg | 10 37,7 | | |

Heure origine : 07 h. 08 mn. 14 s. ; vitesse de l'onde Sg : 3,5 km/s.

b) Secousse principale à 33 s. de la précédente

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-------|--------------------|----|--------------------|--|--|
| 88 | Clermont | Pg | 07 h. 08 mn. 59 s. | | | | |
| 259 | Garchy | iSg | 09 57,5 | | | | |
| 327 | Isola | e(Pb) | 09 39 | | | | |
| 375 | Neuchâtel | e(?) | 09 17,0 | Pg | 07 h. 09 mn. 50 s. | | |
| 470 | St Sauveur | ePn | 09 50,4 | Sg | 11 00,2 | | |
| 485 | Gorron | ePn | 09 52,3 | Sg | 11 01,4 | | |
| 502 | Folinière | ePn | 09 55,5 | Sg | 11 08,8 | | |
| 581 | Dourbes | ePn | 10 02 | e | 10 56 | | |
| 633 | Stuttgart | ePg | 10 37 | | | | |
| 733 | Bensberg | eSg | 12 18 | | | | |

Heure origine : 07 h. 08 mn. 47 s. ; les distances sont calculées par rapport à l'épicentre macroséismique (44°58'N, 3°05'E).

41. - 24 août 1963 à 11 h. 41 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°1 N, 0°0

La secousse a été signalée par la station météorologique de Lourdes. On a noté les intensités suivantes : 5 à Artigues (c. de Lourdes), 3 à Bagnères-de-Bigorre, 3 à Lourdes (avec roulement), 2 à Julos (c. de Lourdes) et à Bartrets (c. de Lourdes).

Réponses négatives : Paréac, Arrayon, Séguis, Germs, Bourréac, Ges (canton de Lourdes) et Campan, Ossun, Argelès-Gazost, Luz, Aucun, Saint-Pé. L'épicentre est probablement très voisin d'Artigues (43°05'N, 0°01'E). Le village de Juncalàs où des destructions importantes avaient eu lieu le 24 mai 1750 est situé à 3 km au sud d'Artigues (voir : J. Rothé et M. Vitart, le séisme d'Arrette et la sismicité des Pyrénées, Bulletin technique S.N.P.A., n° 117, juillet-août 1969, pp. 1-10).

Données microséismiques

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------------|------|----------------------|--|--|
| 13 | Bagnères | iPg | 11 h. 41 mn. 46 s. | | | | |
| 217 | Logrono | iPg | 42 21 | eSg | 11 h. 42 mn. 44,5 s. | | |
| 256 | Ebro | eSn | 42 53 | iSg | 43 00 | | |
| 385 | Clermont | | | eSg | 43 38 | | |
| 395 | Toulx | iPn | 42 36,3 | | | | |
| 492 | Toledo | eiPg | 43 07 | iSn | 43 41 | | |
| 518 | Lorgues | i | 42 57,6 | | | | |
| 525 | St Saulge | iPn | 42 54,3 | (Sb) | 44 11,9 | | |
| | St Saulge | iPg | 43 13,6 | | | | |

| Km | | | | | | | | |
|-----|------------|-----|--------------|---------|-------|--------------|---------|--|
| 545 | St Paul | iPn | 11 h. 42 mn. | 57,0 s. | | | | |
| 552 | Lormes | iPn | 42 | 58,8 | i(Sb) | 11 h. 44 mn. | 16,2 s. | |
| | Lormes | iPg | 43 | 17,4 | | | | |
| 591 | Gorron | iPn | 43 | 00,5 | i | 44 | 33,0 | |
| | Gorron | iPg | 43 | 22,2 | | | | |
| 609 | St Sauveur | iPn | 43 | 04,5 | i | 44 | 37,2 | |
| | | iPg | 43 | 27,0 | | | | |
| 630 | Folinière | iPn | 43 | 07,3 | i | 44 | 42,7 | |
| | | iPg | 43 | 30,0 | | | | |

Heure origine calculée : H = 11 h. 41 mn. 43 s. ; les distances ont été calculées par rapport à l'épicentre macroséismique (43°06'N, 0°00 E).

42. - 13 septembre 1963 à 04 h. 04 mn. - Andorre : 42°5 N, 1°5 E

La secousse inscrite dans plusieurs observatoires a été ressentie en Andorre (4 à Arcabell et San Julian de Loria) et dans la région de Seo d'Urgel (Espagne).

En France la secousse du 13 septembre a été ressentie faiblement en Ariège : 2 à Luzensac (c. de Cabannes) et à Mercus-Garabet (c. de Tarascon) ; 57 réponses négatives aux questionnaires ont été renvoyées du département de l'Ariège. 30 autres du département des Pyrénées orientales (en particulier de Porta, Portepuymorens, La Tour de Carol où les secousses de mars-avril 1970, originaires d'Andorre ont été au contraire fortement ressenties).

Données microséismiques

| Km | | | | | | | | |
|-----|------------|-----|--------------|-------|-----|--------------|-------|--|
| 132 | Bagnères | iPg | 04 h. 04 mn. | 26 s. | | | | |
| 202 | Ebro | iPg | 04 | 40 | iSg | 04 h. 05 mn. | 01 s. | |
| 334 | Logrono | iPg | 05 | 05 | iSg | 05 | 45 | |
| 486 | Isola | iPn | 05 | 14,6 | | | | |
| 541 | Roselend | iPn | 05 | 21,7 | eSn | 06 | 17 | |
| 550 | Garchy | ePg | 05 | 39,2 | iSg | 06 | 43,2 | |
| 564 | Lormes | iPg | 05 | 43,2 | eSg | 06 | 46,7 | |
| 685 | Gorron | iPn | 05 | 40,3 | | | | |
| 693 | St Sauveur | iPn | 05 | 39,7 | | | | |
| 717 | Folinière | iPn | 05 | 43,5 | | | | |

Coordonnées de l'épicentre calculé (tables d'Haslach) : 42°27' ± 4'N, 1°33' ± 7'E ; H = 04 h. 04 mn. 06 s.

Plusieurs secousses prémonitoires plus légères ont été ressenties en Andorre et à Seo d'Urgel le 12 septembre ; quatre de ces secousses ont été inscrites à Bagnères (iP : 19 h. 29 mn. 15 s. ; eP : 19 h. 30 mn. 31 s. ; eP : 20 h. 30 mn. 50 s. ; eiP : 23 h. 18 mn. 10,5 s.).

43. - 22 septembre 1963 à 22 h. 20 mn. - Pyrénées-Atlantiques : 43°06'N, 0°32'W

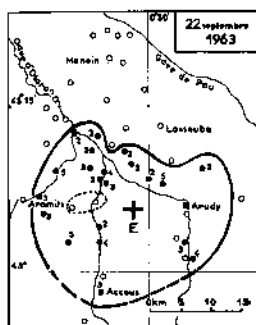


Figure 19 -

La secousse, légèrement ressentie à Oloron-Sainte-Marie, a été signalée par la Presse. La surface macroséismique, d'environ 800 km² est représentée figure 19 ; l'intensité 5 a été notée dans quelques localités dispersées : Arudy et Rébénacq (c. d'Arudy), Buziet (c. d'Oloron-Ste-Marie-Est), Féas (c. d'Aramits), Lourdios-Ichère (c. d'Accous). La secousse a été ressentie avec l'intensité 3 à Arette, foyer du séisme destructeur du 13 août 1967. L'épicentre macroséismique est situé sur le front nord-pyrénéen entre Aramits et Arudy.

79 questionnaires envoyés ; 54 réponses dont 23 positives.

La commune d'Eysus (c. d'Oloron-St-Maire-Est) a signalé deux autres secousses le 11 octobre 1963 à 4 h. 10 mn. et 4 h. 17 mn. (T. M. G.).

Quelques observatoires ont enregistré la secousse du 22 septembre 1963

| | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|----|----------------------|
| 56 | Bagnères | iPg | 22 h. 20 mn. 17,8 s. | i | 22 h. 20 mn. 21,5 s. |
| 267 | Ebro | eSg | 21 24 | | |
| 540 | Monteynard | e | 22 23 | e | 22 38 |
| 545 | Garchy | e | 22 43,7 | | |
| 588 | Gorron | ePn | 21 27,4 | | |
| 610 | Saint-Sauveur | ePn | 21 27,2 | | |
| 629 | Folinière | ePn | 21 34,4 | | |
| 638 | Roselend | e | 21 45 | ei | 22 26 |

Heure origine calculée : 22 h. 20 mn. 08 s. ; les distances sont calculées par rapport à l'épicentre macro-séismique (43°06'N, 0°32'W).

44. - 27 septembre 1963 à 23 h. 51 mn. - Hautes-Alpes : 44°39'N, 6°37'E

La secousse a été ressentie dans quelques localités au voisinage de Guillestre ; on a noté les intensités suivantes : 5 à Risoul et Saint-Clément, 4 à Embrun, 3 à Chateauroux, Eyglies, Guillestre, Réotier, Vallouise, Argentières, Montdauphin (où deux secousses ont été ressenties à 35 mn d'intervalle) ; 38 réponses négatives du département des Hautes-Alpes ; le séisme n'a pas été ressenti dans le département des Basses-Alpes (13 réponses négatives).

L'épicentre macro-séismique est voisin du Plan de Phazy, épicentre de l'important séisme du 19 mars 1935, sur l'arc séismique Briançonnais ; la surface macro-séismique est seulement d'environ 200 km².

La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | |
|-----|----------|-----|----------------------|---|--------------------|--|
| 61 | Isola | iPg | 23 h. 51 mn. 18,7 s. | | | |
| 120 | Monaco | ePg | 51 29 | i | 23 h. 51 mn. 46 s. | |
| 300 | Clermont | e | 52 44 | e | 53 01 | |

Heure origine calculée : 23 h. 51 mn. 09 s.

45. - 6 ou 7 octobre 1963 - Pyrénées-Atlantiques : 43°1 N, 0°7 W

D'après une nouvelle de presse (France-Soir, 8 octobre 1963) "pour la troisième fois en quelques semaines une secousse séismique a été ressentie dans la région d'Arrette. Cette secousse a paru plus forte que les précédentes mais n'a toutefois pas provoqué de dégâts aux habitations".

Il s'agit d'une réplique de la secousse du 22 septembre 1963 à 22 h. 20 mn. L'épicentre est probablement voisin de la localité d'Arrette, siège du séisme destructeur du 13 août 1967.

Pas d'enregistrements.

46. - 22 octobre 1963 à 22 h. 14 mn. et répliques - Alpes-de-Haute-Provence : 44°04'N, 6°06'E

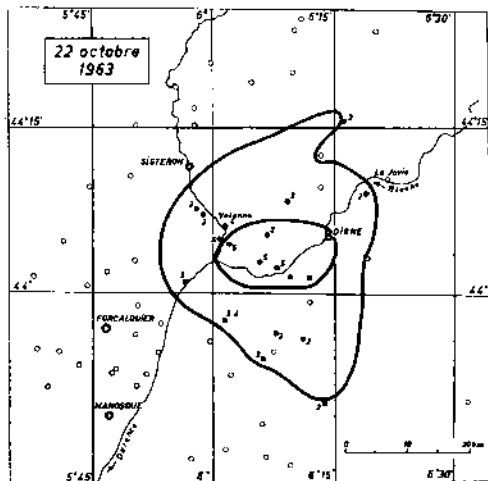


Figure 20 -

La secousse a été signalée par la station météorologique de Saint-Auban et par la presse à Volonne, Digne, Château-Arnoux, Mirabeau, etc... La surface macro-séismique (1100 km²) est représentée figure 20.

On a noté l'intensité 5 à Volonne (avec un bruit plus fort qu'un coup de canon), Château-Arnoux (c. de Volonne) où la secousse a été accompagnée d'un bruit très fort analogue à l'éclatement d'une bombe, l'Escalé (c. de Volonne), Mallemoisson (c. de Digne), Mirabeau (c. de Digne) et Malijai (c. des Mées). L'épicentre macro-séismique est situé à l'Ouest de Digne (44°04'N, 6°06'E).

77 réponses dont 20 positives.

Répliques : une faible secousse vers 23 h. 30 mn. (TMG) a été signalée à l'Escalé, Château-Arnoux et Saint-Julien d'Asse ; une autre plus importante le 23 octobre vers 04 h. 30 mn. (TMG) à Volonne, Malijai, Château-Arnoux, l'Escalé, Mallemoisson. Enfin d'après "Le Méridional" du 24 octobre, une nouvelle secousse très légère a été ressentie à Digne le 23 octobre à 08 h. 10 mn. (TMG) et à Volonne.

La secousse principale a été enregistrée dans de nombreux observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-------|----------------------|------|----------------------|----|------|
| 50 | Cadarache | iPg | 22 h. 14 mn. 12,6 s. | iSg | 22 h. 14 mn. 19,4 s. | | |
| 70 | Lorgues | iPg | 14 | 18,0 | | | |
| 73 | Saint-Paul | iPg | 14 | 18,6 | | | |
| 77 | Isola | iPg | 14 | 19,5 | | | |
| 112 | Monaco | iPg | 14 | 25 | iSg | 14 | 41 |
| 302 | Clermont | e | 15 | 59,5 | i | 17 | 04 |
| 332 | Neuchâtel | ePg | 15 | 01,0 | | | |
| 392 | Toulx | ePn | 14 | 58,8 | eSg | 16 | 02,3 |
| | Toulx | ePg | 15 | 12,3 | | | |
| 403 | Bâle | ePg | 15 | 12,6 | | | |
| 415 | Zurich | e(Pg) | 15 | 18,5 | i(Sg) | 16 | 11 |
| 429 | Garchy | iPg | 15 | 18,0 | | | |
| 493 | Welschbruch | ePg | 15 | 31,5 | i | 16 | 26,6 |
| 493 | Bagnères | ePn | 15 | 11 | ei | 17 | 32 |
| 518 | Strasbourg | e | 15 | 31,3 | ei | 16 | 54 |
| 680 | Dourbes | ePn | 15 | 32 | | | |
| 699 | Ljubljana | ei | 17 | 51,3 | | | |
| 760 | Uccle | e | 16 | 21 | | | |
| 802 | Kasperské H. | eiPn | 16 | 51 | ei | 18 | 28,5 |

Les distances ont été calculées à partir de l'épicentre macroséismique ; Heure origine : H = 22 h. 14 mn. 05 s. ; vitesse moyenne de l'onde Pg : 5,9 km/s.

La réplique du 23 octobre à 8 h. 10 mn. a été inscrite à Cadarache (iPg : 08 h. 10 mn. 31,7 s. ; iSg : 08 h. 10 mn. 37,0 s.), Isola (i : 08 h. 10 mn. 52,7 s. ; i : 08 h. 10 mn. 58,4 s.) et Monaco (i : 08 h. 10 mn. 55,0 s. ; i : 08 h. 11 mn. 15,0 s.).

47. - 24 octobre 1963 à 04 h. 27 mn. - Haute-Ubaye : 44°5 N, 6°8 E

Séisme enregistré dans plusieurs observatoires ; pas d'enquête macroséismique.

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|------|----------------------|----|------|
| 42 | Isola | iPg | 04 h. 27 mn. 13,7 s. | eSg | 04 h. 27 mn. 18,9 s. | | |
| 101 | Monaco | iPg | 27 | 23,2 | eSg | 27 | 36,5 |
| 126 | Cadarache | iPg | 27 | 29,2 | iSg | 27 | 43,8 |
| 275 | Neuchâtel | ePg | 27 | 51,5 | | | |
| 322 | Clermont | ePn | 27 | 53 | | | |
| 335 | Chur | ePg | 28 | 04,6 | e | 28 | 33 |
| 340 | Bâle | ePg | 28 | 03,3 | eSg | 28 | 43 |
| 345 | Zurich | e | | | iSg | 28 | 48 |
| 409 | Toulx | ePn | 28 | 02,8 | | | |
| 422 | Garchy | iPn | 28 | 04,2 | | | |
| 434 | Welschbruch | iPn | 28 | 06,9 | iSg | 29 | 15,9 |
| 457 | Strasbourg | ePg | 28 | 28,5 | i | 29 | 32 |
| 508 | Stuttgart | ePg | 28 | 32 | e | 29 | 07 |
| 695 | St Sauveur | ePn | 28 | 39,0 | | | |
| 513 | Karlsruhe | | | | eSg | 29 | 37 |
| 716 | Bensberg | | | | eSg | 30 | 35 |
| 727 | Gorron | ePn | 28 | 42,5 | | | |
| 727 | Kasperské H. | ePn | 28 | 42,3 | eiPg | 29 | 12,5 |
| 728 | Folinière | ePn | 28 | 43,5 | | | |

L'épicentre a pour coordonnées calculées (Tables d'Haslach, surface) : 44°31'51"11N ; 6°48'34"35E ; H = 04 h. 27 mn. 06,9 s. Cet épicentre, au voisinage de Saint-Paul-d'Ubaye coïncide avec celui du séisme du 5 avril 1959 qui fit des dégâts dans la haute vallée de l'Ubaye (voir J.P. Rothé et N. Dechevoy, La sismicité de la France de 1951 à 1960, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. VIII, 1967, pp. 67-71).

48 à 52. - 4 au 17 décembre 1963 - Vercors : 45°04'N, 5°33'E

Un nouvel essaim de secousses s'est produit à partir du 4 décembre au foyer du Vercors qui avait commencé à être actif le 12 avril 1962 (voir plus haut n° 17).

48. - 4 décembre 1963 à 11 h. 26 mn.

Après une première secousse à 08 h. 19 mn. faiblement inscrite à la station de Monteynard une forte secousse s'est produite à 11 h. 26 mn. Elle a été largement ressentie (sur 1100 km²) et a causé de nouveaux et légers dégâts à Corrençon et à Château-Bernard dans la zone épacentrale ; on a en outre noté l'intensité 6 à Saint-Paul-de-Varces (chute d'un mur de grange, arrêt de l'horloge) et l'intensité 5 à N.D. de Commiers, Varces-Allières-et-Risset Seyssinet-Pariset, Villard de Lans, Saint-Julien-en-Vercors. La surface macroséismique mesure environ 1250 km² et est limitée par les localités de Fontanil, Grenoble, Vaulnaveys-le-Bas, Séchillienne, La Motte-d'Aveillans, Marcieu, Saint-Michel-les-Portes, Saint-Agnan-en-Vercors, Sainte Eulalie et Cognin ; 91 réponses dont 24 positives.

49. - 7 décembre 1963 à 10 h. 39 mn.

Le 7 décembre, 6 secousses ont été enregistrées à 10 h. 17 mn., 10 h. 39 mn., 10 h. 50 mn., 10 h. 51 mn., 11 h. 08 mn. et 11 h. 15 mn.

La secousse de 10 h. 39 mn. a été violente ; un éboulement s'est produit sur la route entre Corrençon et Villard de Lans ; à Château-Bernard les cloches de l'église ont sonné ; dans plusieurs fermes de la commune des plafonds ont été détériorés. La secousse a été ressentie avec l'intensité 4 à Grenoble. Il n'a pas été fait d'enquête ; cependant plusieurs communes qui n'avaient pas ressenti la secousse du 4 décembre ont signalé celle du 7 décembre en particulier Echevis, Saint-Romans et Izeron (c. de Pont-en-Royans), Vinay et Saint-Gervais (c. de Vinay) ; la secousse du 7 décembre s'est donc étendue plus largement vers le nord et le nord-ouest.

50. - 12 décembre 1963 à 13 h. 24 mn.

Le 12 décembre une violente secousse s'est produite à 13 h. 24 mn. suivie de répliques à 13 h. 37 mn., 13 h. 42 mn., 13 h. 50 mn., 14 h. 59 mn., 15 h. 08 mn., 17 h. 23 mn. et 17 h. 31 mn.

La secousse de 13 h. 24 mn. ressentie avec l'intensité 4 à Grenoble s'est elle aussi étendue plus largement que celle du 4 décembre ; elle a été signalée à Pont-en-Royans, Saint-Just-en-Claix, Chatelus (c. de Pont-en-Royans), à Seyssins (c. de Sassenage), Saint-Julien-en-Vercors et Saint-Martin-en-Vercors ; à Rencurel (c. de Pont-en-Royans) il y a eu quelques chutes de pierres et des chutes de plâtres des plafonds ; un bruit sec -coup de canon- a accompagné le choc. La secousse a naturellement été ressentie fortement dans la zone épacentrale (Corrençon, Château-Bernard) ; à Corrençon l'une des chapelles latérales de la vieille église déjà fortement ébranlée en avril 1962 s'est effondrée ; des blocs détachés de la voûte ont brisé l'autel de Saint-Joseph (Le Monde, 14 décembre 1963).

51. - 12 décembre 1963 à 17 h. 23 mn.

Secousse assez largement ressentie, en particulier à Rencurel, Seyssins, Grenoble, Vaulnaveys-le-Bas, Saint-Julien-en-Vercors, etc ...

52. - 17 décembre 1963 à 17 h. 31 mn.

La secousse, la dernière de la série, a été ressentie dans quelques localités, en particulier à Saint-Paul de Varces et à Grenoble ; elle a été inscrite dans plusieurs observatoires.

Données microséismiques

Pour les quatre principales secousses (n° 48 à 51) le calcul par ordinateur a fourni les résultats suivants.

N° 48 - 4 décembre 1963, à 11 h. 26 mn. : 44 données (Pn, Pg, Sg)

$45^{\circ}03'4 \pm 1'8$ N ; $5^{\circ}37'2 \pm 2'9$ E ; H = 11 h. 26 mn. 42,4 s.

N° 49 - 7 décembre 1963, à 10 h. 39 mn. : 58 données (Pn, Pg, Sg)

$45^{\circ}04'4 \pm 1'6$ N ; $5^{\circ}32'0 \pm 2'7$ E ; H = 10 h. 39 mn. 02,0 s.

N° 50 - 12 décembre 1963, à 13 h. 24 mn. : 48 données (Pn, Pg, Sg)

$45^{\circ}04'8 \pm 1'9$ N ; $5^{\circ}32'8 \pm 2'8$ E ; H = 13 h. 24 mn. 59,2 s.

N° 51 - 12 décembre 1963, à 17 h. 23 mn. : 40 données (Pn, Pg, Sg)

45°06'1 ± 1'7 N ; 5°29'1 ± 3'3 E ; H = 17 h. 23 mn. 56,4 s.

Le calcul semble indiquer un léger déplacement progressif du foyer du sud-est vers le nord-ouest. Le point moyen (45°04'N, 5°33'E) est situé au voisinage de Villard-de-Lans.

Pour les quatre secousses ci-dessus l'amplitude maximum enregistrée à Bâle a atteint les valeurs respectives suivantes : 10 mm., 30 mm., 13 mm., 10 mm. ; à Zurich on a noté les valeurs suivantes : 7 mm., 21 mm., 10 mm., 2 mm. La secousse du 7 décembre 1963 à 10 h. 39 mn. se range en intensité à la deuxième place parmi toutes les secousses originaires du Vercors en 1962 et 1963.

53. - 22 janvier 1964 à 09 h. 08 mn. - Charente : 45°7 N, 0°1 E

Secousse enregistrée dans plusieurs stations sismologiques françaises. L'enquête par questionnaires (72 réponses) effectuée dans la zone épiscoptrale déterminée par le calcul n'a fourni aucun renseignement positif.

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|-----|--------------------|------|--------------------|--|--|
| 232 | Clermont | ePn | 09 h. 08 mn. 19 s. | iSg | 09 h. 09 mn. 51 s. | | |
| 290 | Garchy | iPn | 09 23,7 | iSg | 10 08,4 | | |
| 312 | Gorron | ePn | 09 26,5 | | | | |
| 325 | St Sauveur | ePn | 09 28,1 | | | | |
| 347 | Folinière | ePn | 09 30,9 | eSg | 10 26,7 | | |
| 571 | Isola | ePn | 09 59,5 | i | 10 13 | | |
| 507 | Roselend | iSg | 11 13 | i | 11 17,2 | | |
| 628 | Weischbruch | | | eiSg | 11 46,1 | | |

Heure origine : 09 h. 08 mn. 42,4 s.

L'épicentre calculé qui a pour coordonnées 45°40'±5'N, 0°07'±5'E est situé dans la vallée de la Charente, immédiatement au Nord-ouest d'Angoulême. On sait que de nombreux épicentres jalonnent le cours de la Charente entre Civray et Angoulême (voir la carte figure 4 dans : J.P. Rothé, Cartes de sismicité de la France, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. VIII, 1967, p. 7).

54. - 18 février 1964 à 18 h. 42 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Probablement coup de toit dans les mines de lignite de Gardanne, ressenti dans les Bouches-du-Rhône 4 (grosse vibration) à Gardanne, 3 à Fuveau et à Aix-en-Provence, 2 à Simiane et Saint-Marc ; 54 réponses négatives.

La secousse a été inscrite à Cadarache (iPg : 18 42 02,6 ; iSg : 18 42 06,6, i 18 42 07,6).

Le séisme du 18 février 1964 ne figure pas dans la liste des coups de toit signalés par la Direction des Houillères du Bassin de Provence ; par contre des coups de toit ayant donné lieu à des effets mécaniques importants dans les chantiers en exploitation ont été recensés aux dates suivantes : 8 janvier 1964 à 16 h. 50 mn. (non ressenti, inscrit à Cadarache et Isola) ; 14 février 1964 à 18 h. 02 mn. (ressenti, inscrit à Cadarache) ; 2 mars 1964 à 08 h. 21 mn. (non ressenti, inscrit à Cadarache et Isola) ; 13 mars 1964 à 17 h. 37 mn. (ébranlement violent en surface, inscrit à Cadarache, Lorgues et Saint-Paul) ; 17 juin 1964 à 06 h. 26 mn. (non ressenti, inscrit à Cadarache et Lorgues) ; 31 juillet 1964 à 05 h. 06 mn. (ébranlement violent en surface, inscrit à Cadarache, Isola, Monaco).

Des coups de toit au moins aussi violents se produisent parfois dans des quartiers abandonnés et en des points inaccessibles qu'on ne peut localiser et qui ne sont pas inventoriés (voir plus loin 2 mars 1964, 16 novembre 1964, 2 décembre 1964).

55. - 25 février 1964 vers 15 h. 35 mn. - Barrage de Grandval : 44°9 N, 3°1 E

Une nouvelle et forte secousse a été signalée au barrage de Grandval le 25 février 1964 ; elle a été ressentie à Fridefont et a été probablement causée par le remplissage du lac-barrage (voir plus haut n° 39). Une large enquête par questionnaires (127 réponses) n'a fourni que trois réponses positives douteuses (Celoux, c. de Ruines, secousse avec bruit vers 16 h. ; Neussargues, c. de Murat, bruit) ; Albaret-le-Comtal, 2 secousses vers 15 h. 30 mn. et 16 h. 30 mn., bruit, vibrations de vitres). Pendant plusieurs jours consécutifs précédant le 25 février des bruits souterrains ont été perçus à Chaudesaigues (Cantal).

p. m. - 2 mars 1964 à 02 h. 06 mn. - Gardanne : 43°4N, 5°5 E

Secousse inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 36 | Cadarache | eiPg | 02 h. 06 mn. | 10,7 s. | iSg | 02 h. 08 mn. | 16,1 s. |
| 152 | Isola | iPg | 06 | 31,3 | iSg | 06 | 43,7 |
| 161 | Monaco | iPn | 08 | 33,5 | iSg | 06 | 54,5 |
| 268 | Roselend | iPg | 06 | 52,2 | iSg | 07 | 22 |
| 323 | Clermont | ePn | 07 | 16 | i | 08 | 04,5 |

Heure origine : 02 h. 06 mn. 06 s.

Il s'agit probablement d'un coup de toit dans le Bassin de Gardanne, non localisé par la Direction des Houillères. Un autre coup de toit a eu lieu le même jour à 08 h. 21 mn. (voir plus haut n° 54).

56. - 5 mars 1964 à 18 h. 18 mn. - Golfe de Gênes : 43°3 N, 8°2 E

Réplique de l'important séisme du 19 juillet 1963 (n° 34). Pas d'observations macroséismiques.

Les données suivantes ont été utilisées pour le calcul de l'épicentre :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 73 | Monaco | iPg | 18 h. 18 mn. | 46,5 s. | iSg | 18 h. 18 mn. | 53,0 s. |
| 130 | Isola | Pg | 18 | 54,5 | i | 19 | 03,9 |
| 196 | Cadarache | Pg | 19 | 03,2 | iSg | 19 | 31,7 |
| 552 | Lormes | iPn | 19 | 47,4 | | | |
| 556 | St Saulge | iPn | 19 | 48,1 | | | |
| 573 | Toulx | iPn | 19 | 48,2 | | | |
| 582 | Garchy | Pn | 19 | 56 | | | |
| 611 | Stuttgart | ePn | 19 | 50,5 | | | |

Le séisme a, en outre, été inscrit à Strasbourg, Feldberg, Clermont, Besançon, Ljubljana, Kasperaké Hory, Pruhonice, Dourbes, Colimberg.

Coordonnées calculées : 43°3 ± 0°2 N, 8°15 ± 0°15 E, H = 18 h. 18 mn. 32,4 s.

57. - 14 mars 1964 à 02 h. 37 mn. - Suisse : 46°57'N, 8°17'E

Un essaim de secousses s'est produit en février-mars 1964 en Suisse dans la région de Sarnen, au sud de Lucerne ; une première secousse assez violente le 17 février 1964 à 12 h. 19 mn. fut suivie jusqu'au 13 mars par plus de 130 chocs ; enfin la secousse la plus forte se produisit le 14 mars à 02 h. 37 mn., dépassant la magnitude 5 (Collm : 5,3 ; Kew, Blue M. : 5,2 ; Pruhonice : 5,1). Cette secousse accentua les dégâts causés par les chocs précédents, en particulier à Sarnen, Kerns, Sachseln et Alpnach où des cheminées tombèrent et où des tombes furent renversées dans les cimetières. Plusieurs séismes importants s'étaient déjà produits dans la région de Sarnen, en particulier le 8 septembre 1601 et en 1860.

Le séisme du 14 mars 1964 a été largement ressenti dans les départements du nord-est de la France jusqu'à une distance d'environ 150 à 220 km. Une enquête macroséismique détaillée a été effectuée : 813 questionnaires envoyés ; 587 réponses, dont 280 positives. Une carte des intensités moyennes par cantons a été dressée pour les départements alsaciens (figure 21). Cette carte confirme certaines des observations faites précédemment (voir en particulier la figure 1, p. 82 dans : J. Lacoste, Les tremblements de terre en France en 1933, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 2e partie, Séismologie, 1933, Mende, 1934, pp. 80-98). On note le long du fossé rhénan des variations d'intensité qui peuvent être mises en relation avec les variations d'épaisseur du remplissage sédimentaire et avec l'existence d'une série de "bassins" et de "seuils" mis en évidence par la prospection gravimétrique (voir la carte figure 20, p. 490 dans : C. Sittler, Le fossé rhénan en Alsace, aspect structural et histoire géologique, Rev. Géogr. phys. et géol. dynam., (2), vol. XI, 1969, pp. 465-494). Compte tenu d'une diminution naturelle de l'intensité avec la distance la figure 21 montre des variations relatives qui se traduisent par une augmentation d'intensité sur le horst de Mulhouse (Altkirch : 3,3 ; Sierentz : 3,0), une diminution dans le bassin potassique (Ensisheim : 1,8 ; Guebwiller : 1,9), une augmentation sur le seuil de Colmar (Colmar : 3 ; Wintzenheim : 3,1 ; Rouffach : 3,3), une diminution dans le bassin de Sélestat (Sélestat : 1,7), suivie enfin d'une légère augmentation sur le seuil d'Erstein (Benfeld : 2,3).

La surface macroséismique englobe une partie du département du Doubs jusqu'à une distance de 150 à 170 km de l'épicentre (int. 3 à Maiche, Mouthe, Vercel, Ornans, Besançon, Morteau, Baume-les-Dames, Audincourt ; 2 à Montbenoit, Rougemont, Hérimoncourt, Saint-Hippolyte, Montbéliard). Par contre la secousse n'a

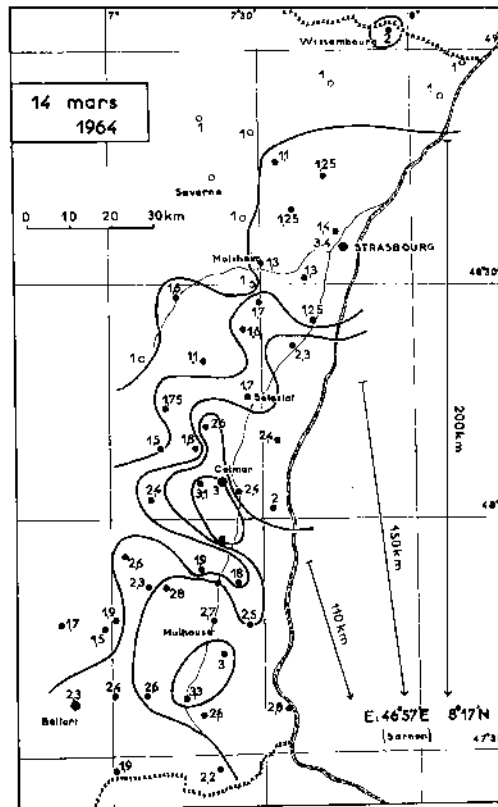


Figure 21 -

pas été ressentie à Amancey, Audeux, Boussière, Clerval, Isle-sur-le-Doubs, Levier, Marchaux, Quingey, Pierrefontaine, Roulans, Russey.

Dans le département du Jura la secousse a été observée entre 165 km et 215 km de distance (int. 3 à Morez, Salins, Nozeroy, Arbois ; 2 à Saint-Laurent, Chaussin, Poligny) ; réponses négatives de Arinthod, Beaufort, Bletterans, Bouchoux, Champagnole, Chaumergy, Chemin, Clairvaux, Conliège, Dampierre, Dôle, Gendrey, Moirans, Montbarrey, Orgelet, Saint-Amour, Saint-Claude, Saint-Julien, Villers-Farlay, Voiteur.

Le séisme principal du 14 mars a été inscrit dans de très nombreux observatoires ; les déterminations suivantes ont été publiées :

- a) E. C. I. S. (bull. mensuel, mars 1964, pp. 772-774) :
46°57'N, 8°17'E ; H = 02 h. 37 mn. 22 s.
- b) Service sismologique suisse :
46°54'N, 8°15'E ; h = 8 - 12 km
- c) Inter. Seism. Center (mars 1964, pp. 84-86) :
47°04'N, 8°19'E ; H = 02 h. 37 mn. 21 s. ; m = 4,8
- d) Coast and Geodetic Survey :
47°1' N, 8°3' E ; H = 02 h. 37 mn. 24,6 s. ; m = 4,7
- e) Moscou :
47°3' N, 8°6' E ; M : 4,8

58. - 15 avril 1964 à 19 h. 35 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°0 N, 0°09'E

L'épicentre est voisin de Bagnères-de-Bigorre où l'intensité 5 a été observée ; la secousse a été signalée à Lourdes (int. 2-3). Il n'a pas été fait d'enquête. La secousse a été fortement enregistrée à Bagnères (iPg : 19 h. 35 mn. 40,0 s.) et à Toulx (e : 19 h. 36 mn. 44,2 s.).

59. - 4 juin 1964 à 16 h. 54 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°03'N, 0°06'W

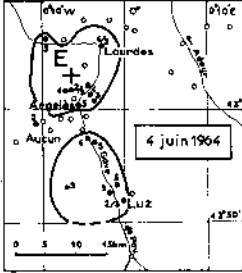


Figure 22 -

Secousse fortement ressentie sur le front nord-pyrénéen et le long du Gave de Pau. La surface macroséismique (600 km²) est divisée en deux zones distinctes (figure 22). L'épicentre est probablement situé au Sud-ouest de Lourdes. Un épicentre un peu plus méridional au voisinage d'Argelès n'est pas exclu. On a noté l'intensité 5 à Argelès, Agos-Vidalos (c. d'Argelès), Villelongue (c. d'Argelès), Vizos (c. de Luz), Saint-Pé et l'intensité 4-5 à Lourdes.

Enquête macroséismique : 46 réponses dont 16 positives.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|-------|--------------------|--|--|
| 20 | Bagnères | iPg | 16 h. 54 mn. 25,2 s. | | | | |
| 207 | Logrono | iPn | 54 56 | iSn | 16 h. 55 mn. 21 s. | | |
| 395 | Clermont | eSg | 56 16 | i | 56 29 | | |
| 482 | Toledo | i | 55 49,5 | iSg | 56 46 | | |
| 534 | Saint-Saulge | ePn | 55 34,2 | eSn | 56 30,1 | | |
| 562 | Lormes | ePn | 55 38,4 | e(Sg) | 57 03,5 | | |
| 615 | St-Sauveur | ePn | 55 43 | e(Sg) | 57 15,8 | | |
| 635 | Folinière | ePn | 55 45,5 | eSg | 56 44,4 | | |

Heure origine calculée : 16 h. 54 mn. 21,5 s. ; les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique (43°03'N, 0°06'W).

p. m. - 20 juin 1964 à 09 h. 13 mn. - Suisse et non France

Utilisant un nombre très réduit de données le Coast and Geodetic Survey a déterminé le 20 juin 1964 à 09 h. 13 mn. un épicentre (48°4 N, 4°7 E) dans la région de Vitry-le-François (Marne), région totalement aséismique. Un contrôle des données et l'utilisation des enregistrements des stations suisses a montré que l'épicentre de ce séisme se trouvait en réalité en Suisse dans la région de Rabius où la secousse avait été ressentie (46°8 N, 9°0 E).

60. - 21 juillet 1964 à 02 h. 41 mn. - Savoie : 45°40'N, 5°52'E

Enquête macroséismique : 163 questionnaires envoyés, 132 réponses dont 5 positives.

La surface macroséismique (50 km²) comprend la ville d'Aix-les-Bains et les villages de Viviers, Bourget-du-Lac, Mouxy et Drumettaz. Toutes ces localités sont groupées au voisinage de la partie méridionale du lac du Bourget. L'épicentre macroséismique (45°40'N, 5°52'E) est bien défini.

La secousse a été enregistrée à Roselend (iPg : 02 h. 41 mn. 34,6 s. ; iSg : 02 h. 41 mn. 41,6 s. ; distance : 58 km) et à Isola (ePg : 02 h. 41 mn. 57 s. ; iSg : 02 h. 42 mn. 21,9 s. ; distance : 188 km) ; heure origine calculée : 02 h. 41 mn. 25 s.

61. - 27 juillet 1964 à 11 h. 09 mn. - Champagnole : 46°45'N, 5°55'E

Séisme artificiel provoqué par l'effondrement qui s'est produit dans la carrière souterraine du Mont-Rivel, près de Champagnole (Jura), effondrement qui causa la mort de plusieurs ouvriers travaillant dans les galeries.

Les ondes sismiques ont été enregistrées dans de nombreux observatoires ; par contre la secousse provoquée par l'effondrement n'a été ressentie qu'aux environs mêmes de la carrière. A distance égale les ondes Sg étaient caractérisées par des périodes beaucoup plus grandes (2s) que celles des séismes naturels (0,1 à 0,2 s) ; par ailleurs les ondes superficielles étaient très largement développées, en particulier sur la composante verticale.

Données microsismiques :

| Km | | | 11 h. 09 mn. 29,6 s. | | 11 h. 09 mn. 39,6 s. |
|-----|----------------|----|----------------------|----|----------------------|
| 83 | Neuchâtel | Pg | | Sg | |
| 131 | Roselend | Pg | 09 37,3 | Sg | 09 53 |
| 167 | Lormes | Pn | 09 40,0 | Pg | 09 43,4 |
| 188 | St-Saulge | Pn | 09 42,8 | Pg | 09 47,2 |
| 201 | Feldberg | Pn | 09 44,8 | Sg | 10 12,0 |
| | Feldberg | Pg | 09 48,7 | | |
| 212 | Zürich | Pn | 09 46,2 | Sg | 10 17,0 |
| | Zürich | Pg | 09 50,3 | | |
| 224 | Garchy | Pg | 09 53 | Sg | 10 19,8 |
| 245 | Strasbourg | Pn | 09 50,5 | Sg | 10 27,5 |
| | Strasbourg | Pg | 09 55,8 | | |
| 279 | Messstetten* | i | 10 03,8 | Sg | 10 33,0 |
| 289 | Toulx | Pn | 09 55,1 | Sg | 10 02,6 |
| 300 | Isola | Pn | 09 59,8 | Pg | 10 09,8 |
| 301 | Ravensburg | Pg | 10 08,0 | Sg | 10 44,8 |
| 307 | Tübingen | Pg | 10 07,2 | Sg | 10 43,6 |
| 312 | Karlsruhe | Pg | 10 06,3 | Sg | 10 47,0 |
| 332 | Stuttgart | Pg | 10 08,4 | Sg | 10 51,5 |
| 357 | Monaco | Pg | 10 15,5 | | |
| 360 | Heidelberg | Pg | 10 16 | | |
| 360 | Saint-Paul | Pg | 10 15,8 | Sg | 11 02,3 |
| 368 | Lorgues | Pn | 10 07,3 | Sg | 11 02,4 |
| | Lorgues | Pg | 10 15,7 | | |
| 384 | Dourbes | Pn | 10 10 | Sg | 11 07,8 |
| | Dourbes | Pg | 10 21 | | |
| 472 | Bensberg | Pg | 10 38,3 | Sg | 11 34 |
| 496 | St-Sauveur | Pn | 10 22 | Sg | 11 37 |
| | St-Sauveur | Pg | 10 38 | | |
| 529 | Folinière | Pn | 10 25,8 | Sg | 11 49,2 |
| | Folinière | Pg | 10 44,2 | | |
| 541 | Gorron | Pn | 10 27,0 | Sg | 11 50,0 |
| | Gorron | Pg | 10 45,8 | | |
| 616 | Trieste* | e | 11 05 | | |
| 630 | Kasperské Hory | Pn | 10 39,1 | Sg | 12 12,6 |
| | Kasperské Hory | Pg | 11 01,7 | | |
| 667 | Ljubljana* | Pn | 10 46 | | |
| 724 | Collm* | e | 11 27 | | |
| 733 | Pruhonice* | e | 11 19,5 | | |
| 740 | Praha* | e | 12 46,5 | | |
| 757 | Bratislava* | e | 14 04 | | |
| 980 | Raciborz* | e | 13 51 | | |

* Stations dont les données n'ont pas été utilisées dans les calculs.

A partir de ces données une série de calculs ont été faits à l'ordinateur en utilisant les tables d'Haslach (voir : J.P. Rothé et E. Peterschmitt, Application des Tables d'Haslach au calcul électronique des épicentres européens, Proceedings of the Vesiac special study conference on seismic signal anomalies, travel times, amplitudes and pulse shapes, Geophysics Laboratory, William Run Laboratories, University of Michigan, Ann Arbor, 1966, pp. 151-163).

Les résultats suivants ont été obtenus:

| N° | Ondes utilisées | Coordonnées épicentrales calculées | | Heure origine 11h09mn± | Nombre de données | Distance au point réel Km |
|----|--------------------|---------------------------------------|-------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| | | Latitude N | Longitude E | | | |
| 1 | Pg, Sg | 46°46'3±0,7' | 5°53'0±0,9' | 14,5s±0,2 | 41 | 3,2 |
| 2 | Pn, Sg | 46°7±0,8 | 52'0±1,0 | 14,2s±0,2 | 30 | 4,8 |
| 3 | Pn, Pg | 45°8±1,1 | 54'0±1,3 | 14,6s±0,2 | 35 | 1,5 |
| 4 | Pg | 44°6±1,2 | 54°6±1,5 | 14,6s±0,3 | 23 | 1,8 |
| 5 | Sg | 46°7±1,0 | 51°6±1,3 | 14,0s±0,4 | 18 | 5,2 |
| 6 | Pn | 48°3±2,7 | 52°6±2,9 | 14,6s±0,4 | 13 | 8,2 |

Les calculs utilisant les données des phases Pn et Pg (épicentre 3), Pg (épicentre 4) et Pg, Sg (épicentre 1) fournissant les coordonnées les plus voisines de celles du foyer réel (46°45'5N, 5°55'3E). Dans les cas les plus favorables l'épicentre calculé est à moins de 2 km de l'épicentre réel.

62. - 13 août 1964 à 05 h. 19 mn. - Isère : 45°02'N, 5°42'E

La secousse a été ressentie dans 16 communes situées de part et d'autre de la vallée du Drac au Sud de Grenoble. On a noté les intensités 4-5 à Avignonet, N.D. de Commiers, Jarrie, 3 à Vif, Champ-sur-Drac, Saint-Pierre de Mésage, Saint-Georges de Commiers, Sinard, La Motte d'Aveillans, Saint-Sébastien (c. de Mens), Treffort, Villard-de-Lans, Vaulnaveys-le-Bas. 69 réponses négatives provenant en particulier de Grenoble, Champagnier, Vaulnaveys-le-Haut, Laffrey, Saint-Théoffrey, Monteynard, Marcieu, Monestier-de-Clermont, Saint-Paul-les-Monestier, Miribel-Lanchâtre, Château-Bernard, Corrençon, Méaudre, Autrans, etc ...

La surface macroséismique mesure environ 320 km². Le foyer est nettement distinct de celui du Vercors (1962 - 1963) et est situé à 9 km au nord du barrage de Monteynard ; l'épicentre macroséismique, voisin de Saint-Georges de Commiers, dans la basse vallée du Drac, a pour coordonnées 45°02'N, 5°42'E. On pourrait être tenté de comparer ce foyer à celui du séisme du 3 mars 1961, (voir plus haut n° 3) situé sur un accident de bordure du massif cristallin de Belledonne dont la prolongation plus au sud constitue la zone faillée de la Mure. On peut aussi penser que le foyer du séisme du 13 août 1964 appartient à la série des secousses déclenchées par le remplissage du lac-barrage de Monteynard.

Données microséismiques

| Km | | | | | |
|-----|------------|------|----------------------|------|----------------------|
| 10 | Monteynard | iPg | 05 h. 18 mn. 42,7 s. | iSg | 05 h. 18 mn. 43,9 s. |
| 102 | Roselend | eiPg | 18 59,9 | eiSg | 19 11,6 |
| 144 | Isola | Pg | 19 05,6 | i | 19 52,3 |
| 220 | Clermont | e | 19 57 | e | 20 12 |
| 254 | Buteaux | ePn | 19 19,4 | ePg | 19 26 |
| 286 | Lormes | ePn | 19 23,9 | ePg | 19 30,3 |
| 287 | St Saulge | Pg | 19 30,7 | | |
| 305 | Toulx | Pg | 19 59,2 | | |

Heure origine calculée : H = 05 h. 18 mn. 41 s. ; les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique.

International Seismological Center (Bulletin, August 1964, p. 112) : 44°8N, 5°5E, H = 05 h. 18 mn. 40 s.

Cet épicentre est situé à 25 km au Sud-ouest de l'épicentre macroséismique.

63. - 25 août 1964 à 08 h. 36 mn. - Massif Central : 45°7 N, 3°8 E

La station météorologique de Fournols (Puy-de-Dôme) a signalé une légère secousse (ou une explosion) le 25 août 1964 vers 8 h. 40 mn. Une enquête (54 questionnaires) effectuée dans le sud du département du Puy-de-Dôme n'a fourni que des réponses négatives.

La secousse a cependant été inscrite dans plusieurs observatoires.

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|----|--------------------|------|--------------------|----|---------|
| 55 | Clermont | Pg | 08 h. 36 mn. 13 s. | Sg | 08 h. 36 mn. 21 s. | | |
| 138 | Toulx | Pn | 36 | 25,7 | | | |
| 156 | St-Saulge | Pn | 36 | 31,2 | | | |
| 171 | Lormes | Pn | 36 | 33,8 | | | |
| 182 | Garchy | Pn | 36 | 36,0 | Sg | 37 | 06,6 s. |
| 220 | Roselend | Pn | 36 | 42,0 | | | |
| 310 | Isola | Pn | 36 | 52,0 | | | |
| 435 | St Sauveur | Pn | 37 | 02,8 | | | |
| 460 | Gorron | Pn | 37 | 06,3 | | | |
| 468 | Folinière | Pn | 37 | 07,2 | | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées : $45^{\circ}44' \pm 6'N$, $3^{\circ}48' \pm 3'E$; H = 08 h. 36 mn. 04,6 s. et est situé dans les Monts du Forez au voisinage de Noirétable (Loire). Il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

International Seismological Center (bulletin, August 1964, p. 220) :

$46^{\circ}1 \pm 0,11 N$, $3^{\circ}9 \pm 0,19 E$, H = 08 h. 36 mn. 09 s.

64. - 29 août 1964 à 02 h. 45 mn. - Hautes-Pyrénées : $42^{\circ}9' N$, $0^{\circ}03' E$

Importante secousse largement ressentie dans les départements des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques ainsi qu'en Espagne. La surface macroséismique totale est probablement voisine de 11000 km² (R = 60 km).

Enquête macroséismique : 157 questionnaires envoyés ; 99 réponses dont 78 positives.

Intensité 6-7 : Luz (chutes d'ardoises, de crépis, de têtes de vieilles cheminées) ; int. 6 : Campan (chutes de rochers sur la R.N. 618), Gèdre (chute de plâtras, forte déflagration, 2 autres secousses vers 10 h. et 13 h. 30 mn.). L'intensité 5 a été atteinte dans de nombreuses communes (voir figure 23).

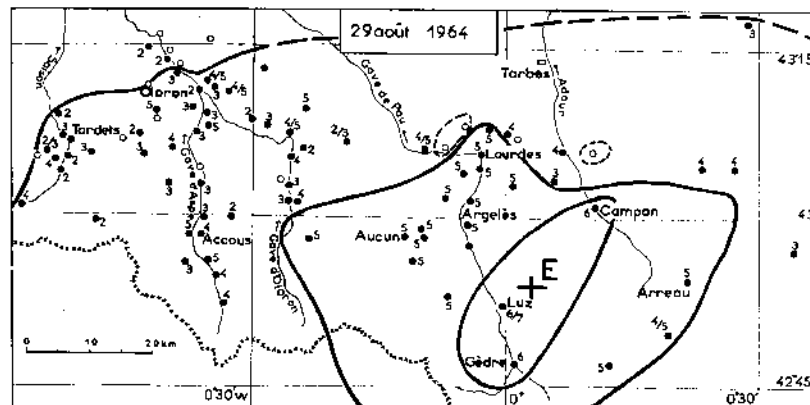


Figure 23 -

L'épicentre macroséismique approximatif ($42^{\circ}9'N$, $0^{\circ}03'E$) indiqué sur la figure 23 est situé au Nord-est de Luz, dans la zone axiale pyrénéenne. En Espagne la secousse a été ressentie avec l'intensité 5 à Panticosa, Ordesa, Boltana, Gistain, 4 à Sallent de Gallego, Tramacastilla, Ainsa, 3 à Seira, 2 à Canfranc, Jaca, Jabarella, Benaque (voir : Los temblores de Tierra Catalanes del año 1964, Real Acad. Ciencias y artes de Barcelona, Bcl. N° 53, Barcelona, 1970, p. 91).

La secousse a été inscrite dans une quarantaine d'observatoires européens ainsi qu'à Wichita M., Uinta Basin, Blue M., Tonto Forest et Tucson aux U.S.A. (entre 8000 et 9000 kms de distance).

Les calculs suivants ont été publiés :

a) B.C.I.S., calcul révisé en utilisant les tables d'Haslach pour les stations proches :

$42^{\circ}51' \pm 2'N$, $0^{\circ}04' \pm 3'W$, H = 02 h. 45 mn. 25,3 s.

b) Service séismologique espagnol (Madrid) :

43°0 N , 0°1 E , H = 02 h. 45 mn. 22 s. ; magnitude : 4,9

c) International Seismological Center (bulletin August 1964, p. 268) :

43°03 ± 0,04 N , 0°07 ± 0,07 W , H = 02 h. 45 mn. 23,4 s.

d) Coast and Geodetic Survey :

43°3 N , 0°1 E , h = 33 km , H = 02 h. 45 mn. 28,6 s. , m : 4,4

L'épicentre d) est trop septentrional ; le point moyen des trois autres épicentres a), b) et c) a pour coordonnées 42°57'N, 0°01'W point situé à 10 km au Nord-ouest de l'épicentre macroséismique.

65. - 5 septembre 1964 à 07 h. 24 mn. - Cantal : 44°9 N, 3°1 E

La secousse a été ressentie avec l'intensité 5 à Faverolles, village situé à quelques kilomètres à l'est du lac-réservoir de Grandval ; elle a été ressentie également à Auriac au voisinage du lac et à Garabit. Une large enquête, faite tardivement, n'a fourni que trois réponses positives en provenance de localités du canton de Saint-Flour (Neuvéglise, Sériers et Coren) ; 81 réponses négatives.

La secousse a été enregistrée dans plusieurs observatoires et l'épicentre microséismique coïncide comme pour les secousses d'août-septembre 1963 (voir plus haut n° 39 et 40) avec le lac-barrage de Grandval.

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-------|--------------------|-----|----------------------|--|--|
| 85 | Clermont | ePg | 07 h. 24 mn. 50 s. | iSg | 07 h. 25 mn. 01,5 s. | | |
| 288 | Roselend | ePg | 25 23 | eS | 25 57,8 | | |
| 324 | Isola | i(Sn) | 25 55,3 | i | 26 06,8 | | |
| 312 | Bagnères | e(Pg) | 25 24 | i | 26 08,4 | | |
| 473 | St Sauveur | ePn | 25 38,1 | | | | |
| 488 | Gorron | ePn | 25 40,7 | | | | |
| 505 | Folinière | ePn | 25 42,5 | | | | |

66. - 18 septembre 1964 à 05 h. 49 mn. - Haute-Savoie : 46°1 N, 6°8 E

La station météorologique de Samoëns a signalé cette secousse. L'enquête effectuée en Haute-Savoie a fourni une autre réponse positive : int. 4 à Sixt (c. de Samoëns) ; réponses négatives de Morillon et Verchaix.

La secousse a été inscrite par la station de Roselend (iPg, 05 h. 49 mn. 22,7 s. ; iSg, 05 h. 49 mn. 27,2 s. ; distance 40 km).

67. - 21 septembre 1964 à 19 h. 22 mn. - Morbihan : 47°8 N, 2°7 W

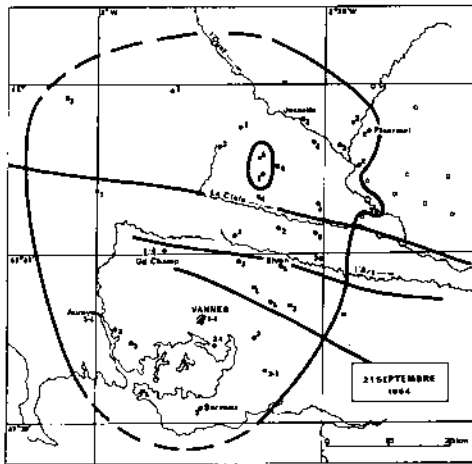


Figure 24 -

La surface macroséismique est représentée (figure 24). L'intensité 5 a été atteinte à Billio et Guéhenno (c. de Saint-Jean-Brévelay), 4-5 à Saint-Servant (c. de Josselin), 4 à Plumelec, (c. de Saint-Jean-Brévelay), 4 à Cruguel et Lanouée (c. de Josselin), Sérent (c. de Malestroit), Saint-Nolff (c. d'Elven).

Enquête macroséismique : 38 réponses dont 21 positives.

L'enquête a été complétée par Monsieur Rollando dans la région de Vannes (Y. Rollando, Séisme du 21 septembre 1964, bull. mensuel soc. polymathique du Morbihan, N° 1280, octobre 1964, p. 38). La secousse a été ressentie à Vannes par une partie de la population ainsi qu'à Grandchamp, Auray, Sené, Ile d'Arz, Naizin, Camors, Bieuzy, Plaudren, Theix, Baden, Arzen, Surzur, Surzeau. La surface macroséismique atteint 3200 km².

L'épicentre macroséismique est difficile à définir comme cela est souvent le cas pour les séismes du Massif armoricain. D'après la répartition des intensités maxima l'épicentre aurait pour coordonnées 47°53'N, 2°38'W (figure 24). D'après Y. Rollando le centre de gravité de la surface macroséismique a pour coordonnées 47°47'N, 2°33'W et

coïnciderait avec le grand accident tectonique suivi par la vallée de la Claise. Un épïcêtre plus occidental est également possible (47°48'N, 2°45'W).

La secousse a été clairement inscrite par le réseau des stations de Normandie de l'Ecole normale supérieure. Les ondes Pn ont une très faible amplitude, par contre les ondes Pg et Sg sont très amples.

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 153 | Gorron | ePn | 19 h. 23 mn. 10,8 s. | iSg | 19 h. 23 mn. 30,9 s. | | |
| | | iPg | 13,0 | | | | |
| 196 | Folinière | ePn | 23 16,5 | iSg | 23 43,1 | | |
| | | iPg | 23 20,0 | | | | |
| 211 | St Sauveur | ePn | 23 18,7 | iSg | 23 46,9 | | |
| | | iPg | 23 22,4 | | | | |
| 497 | Lormes | ePn | 24 00,4 | eSg | 25 08 | | |

D'après ces données l'heure origine a pour valeur 19 h. 22 mn. 47 s. et la profondeur du foyer (déterminée par la différence des temps d'arrivée des ondes Pn et Pg) est d'environ 10 à 12 km. Les distances sont indiquées par rapport au point de coordonnées 47°48'N, 2°45'W.

68. - 24 septembre 1964 à 17 h. 40 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°1 N, 0°1 W

Secousse ressentie 4 à Lourdes (d'après la station météorologique). Pas d'enquête. La secousse a été inscrite à Saint-Saulge (Pg : 17 h. 41 mn. 23,5 s.) et à Lormes (Pg : 17 h. 41 mn. 31,4 s.) ; heure origine : 17 h. 40,9 mn.

69. - 5 octobre 1964 à 15 h. 16 mn. - Isère : 45°11'N, 5°37'E

Nouvelle secousse dans la région grenobloise, ressentie localement (100 km²) : 5 à Engins, 2 à Fontaine, Seyssins, Sassenage, Seyssinet-Pariset, Grenoble. 59 réponses négatives.

L'épïcêtre est situé sur le bord du Vercors, à l'ouest de la vallée de l'Isère.

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 23 | Monteynard | iPg | 15 h. 15 mn. 54,4 s. | iSg | 15 h. 15 mn. 58,0 s. | | |
| 97 | Roselend | ePg | 16 07 | iSg | 16 20,2 | | |
| 159 | Isola | iPg | 16 17 | Sg | 16 35,2 | | |
| 199 | Saint-Paul F. | iPn | 16 21,9 | eSg | 16 48,7 | | |
| | | iPg | 16 24,3 | | | | |
| 201 | Lorgues | iPg | 16 24,5 | | | | |

Heure origine calculée : 15 h. 15 mn. 51 s. ; les distances sont calculées par rapport à l'épïcêtre macro-séismique.

p.m. - 1er novembre 1964 à 04 h. 57 mn. - Barrage de Monteynard

Nouvelle secousse au barrage de Monteynard, ressentie à Sinard et à Monteynard.

p.m. - 16 novembre 1964 à 20 h. 48 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Probablement coup de toit dans le bassin de Gardanne, ressenti à Aix-en-Provence (non signalé par la Direction des Houillères).

La secousse a été enregistrée à Cadarache (iPg : 20 h. 48 mn. 49,7 s. ; eSg : 20 h. 48 mn. 54,6 s. ; eSg : 20 h. 48 mn. 54,6 s. ; iSg : 20 h. 48 mn. 55,2 s.), Roselend (iPg : 20 h. 49 mn. 31,5 s. ; iSg : 20 h. 50 mn. 04 s.), Isola (iPg : 20 h. 49 mn. 09,8 s. ; iSg : 20 h. 49 mn. 28,8 s.).

Heure origine calculée : 20 h. 48 mn. 44,5 s.

p. m. - 2 décembre 1964 à 18 h. 05 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Probablement autre coup de toit (non signalé) dans le bassin de Gardanne.

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 36 | Cadarache | iPg | 18 h. 05 mn. | 08,4 s. | iSg | 18 h. 05 mn. | 12,7 s. |
| 71 | Lorgues | iPg | 05 | 14,0 | | | |
| 100 | St-Paul | ePg | 05 | 18,0 | | | |
| 152 | Isola | ePn | 05 | 26,5 | iSg | 05 | 46,8 |
| | Isola | iPg | 05 | 28,3 | | | |
| 161 | Monaco | ePn | 05 | 28,5 | iSg | 05 | 50,0 |

Heure origine calculée : 18 h. 05 mn. 02 s.

70. - 15 décembre 1964 à 05 h. 34 mn. - Vosges : 48°04'N, 6°39'E

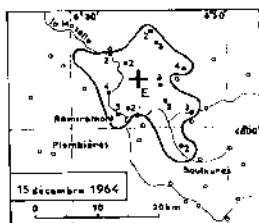


Figure 25 -

Secousse faiblement ressentie dans la région de Remiremont (Vosges) ; int. 4 à Saint-Nabord et au Tholy.

Enquête macrosismique : 48 réponses dont 13 positives.

L'épicentre macrosismique (figure 25) est situé à 6 km au Nord-est de Remiremont. On rappellera ici que le séisme du 12 mai 1682 avait causé d'importants dégâts à Remiremont.

La secousse a été enregistrée dans plusieurs observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 91 | Bâle | ePg | 05 h. 34 mn. | 25,2 s. | eSg | 05 h. 34 mn. | 39,1 s. |
| 101 | Besançon | | | | eSg | 34 | 40,0 |
| 102 | Strasbourg | iPg | 34 | 27,6 | iSg | 34 | 39,4 |
| 104 | Feldberg | | | | iSg | 34 | 40,1 |
| 120 | Neuchâtel | | | | iSg | 34 | 45,0 |
| 174 | Messstetten | ePg | 34 | 38,7 | eSg | 34 | 58,7 |
| 187 | Tubingen | iPg | 34 | 40,4 | eSg | 35 | 02,0 |
| 205 | Stuttgart | iPg | 34 | 43,0 | iSg | 35 | 06,9 |
| 214 | Heidelberg | ePg | 34 | 44,2 | | | |
| 224 | Ravensburg | | | | eSg | 35 | 14,5 |
| 230 | Lormes | iPn | 34 | 40,5 | iSg | 35 | 11,8 |
| | Lormes | iPg | 34 | 46,9 | | | |
| 234 | Buteaux | ePn | 34 | 42,2 | iSg | 35 | 15,1 |
| | Buteaux | iPg | 34 | 48,4 | | | |
| 261 | Saint-Saulge | iPn | 34 | 44,4 | iSg | 35 | 22,3 |
| | Saint-Saulge | iPg | 34 | 52,0 | | | |
| 262 | Roselend | eiPg | 34 | 58,0 | iSg | 35 | 29,7 |
| 390 | Toulx | ePn | 35 | 00,5 | Sg | 35 | 59,5 |
| | Toulx | ePg | 35 | 14,0 | | | |
| 432 | Isola | | | | iSg | 36 | 16,1 |
| 503 | St Sauveur | | | | eSg | 36 | 29,3 |
| 535 | Folinière | | | | eSg | 36 | 37,4 |
| 557 | Gorron | | | | eSg | 36 | 43,9 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macrosismique ; les données ci-dessus permettent de tracer des hodochrones définissant des valeurs de vitesse particulièrement élevées : 6,25 km/s pour l'onde Pg ; 3,6 km/s pour l'onde Sg ; Heure origine : 05 h. 34 mn. 10 s.

Calcul par ordinateur en utilisant les tables d'Haslach :

48°11'6 ± 1'5 N, 6°30'1 ± 1'4 E ; H = 05 h. 34 mn. 06,7 s. Le point ainsi calculé se trouve à environ 18 km au Nord-nord-ouest de l'épicentre macrosismique dans une zone où la secousse n'a pas été ressentie.

Une secousse prémonitoire s'est produite à 05 h. 26 mn. 46 s. et deux répliques presque aussi fortes que la secousse principale ont eu lieu à 06 h. 03 mn. 44 s. et à 07 h. 25 mn. 24 s. Les répliques ont été enregistrées dans plusieurs stations.

p.m. - 18 décembre 1964 à 09 h. 52 mn. - Barrage de Monteynard

Secousse, accompagnée de quelques grondements sourds, originaire du lac-barrage de Monteynard ; ressentie à l'usine du barrage, à Sinard et légèrement à Monestier-de-Clermont ; néant à Vif. La secousse a été enregistrée à Monteynard à 08 h. 52 mn. 28 s. et à Roselend (Pg : 08 h. 52 mn. 53,9 s. ; Sg : 08 h. 53 mn. 10,0 s.).

Une nouvelle secousse locale a été enregistrée à Monteynard le 19 décembre 1964 à 17 h. 18 mn. 42,9 s.

71. - 9 janvier 1965 à 19 h. 33 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Nouveau coup de toit dans le bassin de Gardanne, non signalé, mais ressenti à Gardanne et par les habitants du lotissement du Val Saint-André, à Aix-en-Provence ; inscrit dans plusieurs stations.

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-------|--------------|---------|--------|--------------|---------|
| 36 | Cadarache | iPg | 19 h. 33 mn. | 25,0 s. | iSg | 19 h. 33 mn. | 29,5 s. |
| 71 | Lorgues | iPg | 33 | 32,1 | | | |
| 100 | St-Paul | iPg | 33 | 36,6 | | | |
| 152 | Isola | iPn | 33 | 44,7 | iPg | 33 | 46,0 |
| 161 | Monaco | iPn | 33 | 45,5 | iSn | 34 | 07,2 |
| | | iPg | 33 | 48,2 | iSg | 34 | 09,7 |
| 268 | Roselend | ePg | 34 | 04,6 | iSg | 34 | 36,9 |
| 412 | Toulx | ePn | 34 | 16,0 | | | |
| 438 | Bagnères | ePg | 34 | 35 | ei(Sg) | 35 | 25,8 |
| 439 | St-Saulge | ePn | 34 | 20,4 | | | |
| 447 | Lormes | e(Pn) | 34 | 23,9 | | | |

Heure origine calculée : 19 h. 33 mn. 19 s.

Une autre secousse a été ressentie au Val Saint-André (Aix-en-Provence) le 23 janvier ; elle a été inscrite à Cadarache (Pg : 20 h. 04 mn. 06,8 s. ; iSg : 20 h. 04 mn. 11,6 s.), à Isola et Monaco. Heure origine : 20 h. 04 mn. 00 s.

72. - 4 février 1965 à 08 h. 30 mn. - Creuse : 46°4 N, 1°6 E

Secousse inscrite seulement dans quelques observatoires.

| Km | | | | | | |
|-----|-----------|----|--------------|---------|----|----------------------|
| 50 | Toulx | Pg | 08 h. 31 mn. | 00,4 s. | | |
| 138 | Clermont | Sg | 31 | 32,0 | | |
| 165 | St-Saulge | Pn | 31 | 16,0 | Sg | 08 h. 31 mn. 40,4 s. |
| | St-Saulge | Pg | 31 | 20,1 | | |
| 197 | Lormes | Pn | 31 | 22,4 | Sg | 31 49,0 |
| | Lormes | Pg | 31 | 25,6 | | |
| 398 | Roselend | Sg | 32 | 48,0 | | |

Les données ci-dessus très concordantes permettent de calculer un épicerne de coordonnées 46°25'±2'N, 1°35'±4'E, H = 08 h. 30 mn. 51,4 s.±1 s. L'épicentre calculé est situé entre Eguzon (Indre) et Dun-Le-Palleau (Creuse) dans une région où la tectonique hercynienne est complexe (dislocation de Boussac). Plusieurs séismes se sont déjà produits dans cette région :

| | | | |
|-------------------|--------------------------|---|-----------------|
| 20 septembre 1948 | région d'Azérables | : | 46°21'N, 1°29'E |
| 2 novembre 1954 | région de La Souterraine | : | 46°1' N, 1°5 E |
| 22 septembre 1955 | région de La Souterraine | : | 46°2 N, 1°3 E |
| 14 décembre 1959 | région d'Azérables | : | 46°3 N, 1°5 E |

73. - 22 février 1965 à 09 h. 15 mn. - Isère : 45°20'N, 5°24'E

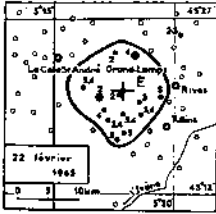


Figure 26 -

Une large enquête (15 réponses positives, 148 réponses négatives) a permis de définir avec précision la surface macroséismique (200 km²) dont le centre a pour coordonnées : 45°20'N, 5°24'E (figure 26). Cet épocentre est situé entre Saint-Etienne de Saint-Geoirs et Rives, au contact entre les formations quaternaires de la "plaine de la Bièvre" au nord et les collines miocènes au sud.

La sismicité des "Terres froides" n'est pas négligeable : 5 mars 1939 (45°25'N, 5°18'E) ; 10 août 1941 (45°25'N, 5°17'E) ; 12 février 1942 (45°30'N, 5°19'E) ; 30 septembre 1959 (45°4 N, 5°4 E).

La secousse a été inscrite dans plusieurs observatoires :

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------------|-----|--------------------|--|--|--|
| 48 | Monteynard | ePg | 09 h. 15 mn. 24 s. | iSg | 09 h. 15 mn. 34 s. | | | |
| 104 | Roselend | ePn | 15 37 | iSg | 15 52,1 | | | |
| | Roselend | iPg | 15 38,6 | | | | | |
| 184 | Isola | iPn | 15 50 | iSg | 16 11,5 | | | |
| | Isola | iPg | 15 51,8 | | | | | |
| 185 | Clermont | ePn | 15 51 | iSg | 16 17,5 | | | |
| 217 | Besançon | Pg | 15 57 | Sg | 16 29,4 | | | |
| 223 | Saint-Paul | Pn | 15 53,7 | | | | | |
| 223 | Lorgues | Pn | 15 53,7 | | | | | |
| 244 | Lormes | Pn | 15 55,5 | | | | | |
| 244 | Saint-Saulge | Pn | 15 56,8 | | | | | |
| 268 | Toulx | Pn | 15 59,0 | | | | | |
| 280 | Garchy | iPn | 16 03,5 | iPg | 16 07,2 | | | |
| 403 | Strasbourg | ePg | 16 39 | i | 17 41 | | | |
| 488 | Bagnères | ePg | 16 43 | iSg | 17 41,5 | | | |
| 530 | Dourbes | ePn | 16 34,8 | eSg | 17 55 | | | |
| 550 | St-Sauveur | Pn | 16 34,1 | | | | | |
| 582 | Gorron | Pn | 16 38,1 | | | | | |
| 585 | Folinière | Pn | 16 38,7 | | | | | |
| 750 | Kasperské H. | Pg | 17 30 | Sg | 18 59 | | | |

Le séisme a en outre été inscrit à Stuttgart, Collm et Moxa.

Les distances sont calculées par rapport à l'épicentre macroséismique (45°20'N, 5°24'E).

Un calcul à l'ordinateur (tables d'Haslach) a fourni les résultats suivants : 45°14'31'5 N, 5°21'42'1 E , H = 09 h. 15 mn. 20,4 s. L'épicentre ainsi calculé est situé à 11 km au Sud-sud-ouest de l'épicentre macroséismique.

74. - 4 mars 1965 à 00 h. 47 mn. - Massif Armoricain : 47°7 N, 0°33'W

Importante secousse ressentie dans 12 départements de l'Ouest de la France ; la surface macroséismique (figure 27) atteint 56 000 km² correspondant à un rayon moyen de 134 km.

Enquête macroséismique : 998 questionnaires envoyés ; 729 réponses dont 506 positives.

Dans la zone épocentrale la secousse a été ressentie de façon assez irrégulière, indice d'un foyer relativement profond. L'intensité maxima n'a pas dépassé le degré 6 et a été atteinte surtout dans le nord du département du Maine-et-Loire dans les localités suivantes : Feneu (c. de Tiercé), plafond fendillé avec chute de plâtras ; Marigné (c. de Chateaufort-sur-Sarthe), quelques plafonds fissurés ; Chambellay (c. du Lion d'Angers), légères fissures ; Pruillié (c. du Lion d'Angers), quelques fissures dans de vieux immeubles ; Montjean (c. de Saint-Florent), chute de plâtras, réveil général. L'intensité 5 a été notée dans de nombreuses localités. Pour tracer les isoséistes on a utilisé pour les départements de Maine-et-Loire et de la Mayenne les intensités moyennes par cantons. Les intensités moyennes les plus élevées figurent dans le tableau suivant :

| Maine-et-Loire | | Mayenne | |
|------------------------|-----|-----------|-----|
| Chateaufort-sur-Sarthe | 4,9 | Cossé | 4,7 |
| Lion d'Angers | 4,6 | St Aignan | 4,5 |
| Segré | 4,6 | Chailand | 4,5 |
| Durtal | 4,5 | Evron | 4,5 |
| Tiercé | 4,5 | | |

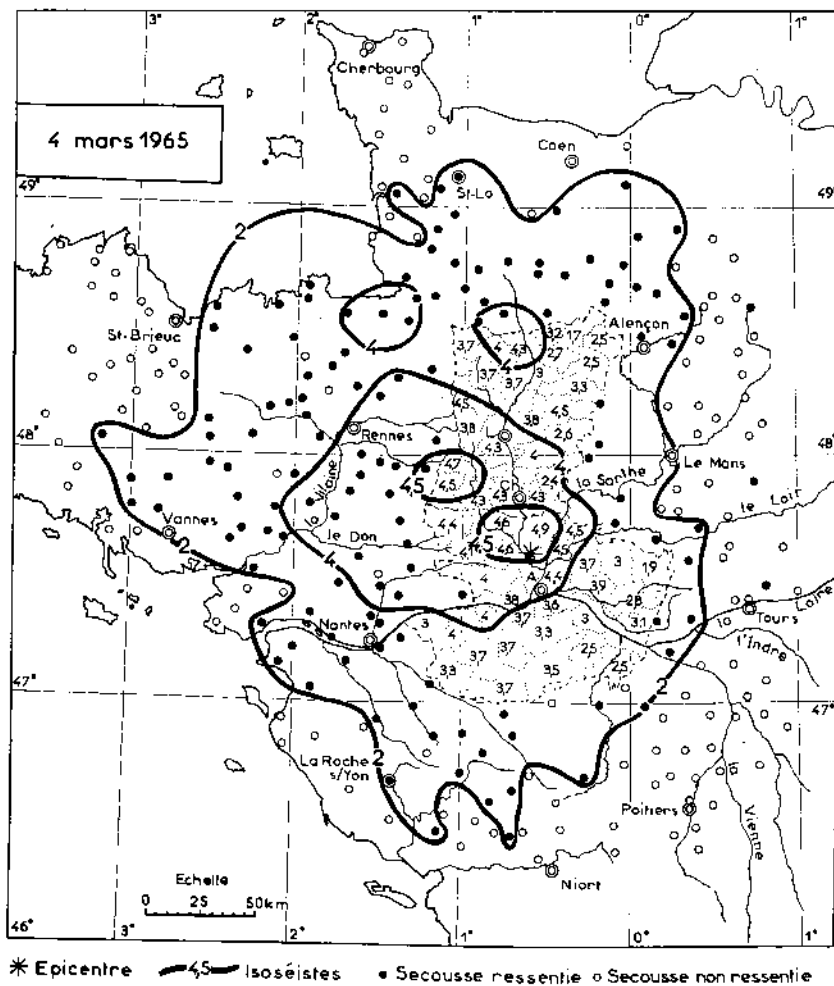


Figure 27 -

L'épicentre macroséismique approximatif (canton de Chateaufort-sur-Sarthe) a pour coordonnées : 47°42'N, 0°33'W.

L'application de la formule de Gutenberg au séisme du 4 mars 1965 (avec $I_0 = 5,5$ et $R = 134$ km) fournit une profondeur de foyer h d'environ 30 km ; avec $I_0 = 6$ et $R = 134$ km on trouverait $h = 24$ km.

On sait que les séismes armoricains sont généralement liés à des cassures profondes qui ont souvent favorisé la venue de massifs granitiques. L'incertitude sur la position exacte de l'épicentre empêche de mettre en relation le foyer du séisme du 4 mars 1965 avec un accident tectonique déterminé. On remarquera seulement que la zone épiscopentrale correspond approximativement avec l'axe des profondeurs maxima de la Bretagne centrale (M.J. Graindor, les dislocations majeures du socle armoricain, Mémoires du Bureau de Recherches géologiques et minières, N° 52, 1967, pp. 25-42).

La sismicité de l'Anjou

Les tremblements de terre en Anjou ont fait l'objet d'une étude détaillée publiée en 1909 (J. Verchaly et E. Préaubert, Les tremblements de terre en Anjou, Bull. Soc. études scientifiques Angers, XXXVIIIe année (1908), Angers 1909, 23 pages).

Le fichier du Bureau central sismologique français contient l'indication d'une soixantaine de secousses ressenties dans la région d'Angers au cours des dix derniers siècles. Certaines de ces secousses ont atteint une intensité non négligeable :

- 26 janvier 1441 : "Il y eut à Angers un grand et si prodigieux tremblement de terre que l'on pensait que la ville doit estre subvertie et abismée".
- 14 mai 1497 : "Le clocher de Tiercé chut à terre, 3 cheminées au chasteau de Beaufort tombèrent".
- 25 mars 1588 : A Erigné plusieurs maisons proches de l'église eurent beaucoup à souffrir.
- 16 janvier 1609 : Violent tremblement de terre à Angers ; épouvante générale.
- 6 juin 1711 : Cheminées renversées à Varennes-sous-Montsoreau ; "il y a eu un terrible tremblement de terre à Saumur, . . . des clochers sont tombés avec des cheminées" (Madame de Maintenon)
- 19 mars 1896 : Plusieurs secousses dans les communes de Villevêque, Pellouailles, Saint-Sylvain-le-Plessis ; quelques lézardes dans les maisons.

Etude microsismique

| Km | | | | | | | |
|------|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|-------|
| 89 | Gorron | iPg | 00 h. 47 mn. | 27,1 s. | | | |
| 115 | St Sauveur | iPn | 47 | 31,3 | | | |
| 129 | Folinière | iPn | 47 | 32,2 | | | |
| 279 | Garchy | Pg | 47 | 59,9 | Sg | 00 h. 48 mn. | 31 s. |
| 315 | St-Saulge | Pn | 47 | 55,3 | | | |
| 338 | Lormes | Pn | 47 | 58,1 | | | |
| 349 | Clermont | Pg | 48 | 09 | | | |
| 471 | Dourbes | iPn | 48 | 18,6 | Sn | 49 | 05,6 |
| | Dourbes | iPg | 48 | 34,6 | Sg | 49 | 37,6 |
| 498 | Besançon | iSg | 49 | 37,1 | | | |
| 505 | Warmifontaine | Pn | 48 | 21 | | | |
| 507 | Uccle | Pg | 48 | 43 | Sg | 49 | 48 |
| 522 | Haudompré | ePn | 48 | 20,2 | iPg | 48 | 41,0 |
| 577 | Grand-Ballon | ePn | 48 | 27,2 | iPg | 48 | 50,0 |
| 594 | Champ du Feu | ePn | 48 | 31,1 | iPg | 48 | 53,0 |
| 632 | Strasbourg | ePg | 49 | 03 | eiSg | 50 | 16 |
| 647 | Feldberg | eSg | 50 | 17 | | | |
| 678 | Bensberg | ePn | 48 | 41,5 | eSn | 49 | 49,5 |
| | Bensberg | ePg | 49 | 08,2 | eSg | 50 | 27,8 |
| 686 | Karlsruhe | ePg | 49 | 12,9 | eSg | 50 | 34,2 |
| 704 | Isola | ePn | 48 | 59,5 | ePg | 49 | 28,0 |
| 712 | Lorgues | Pn | 48 | 43,8 | | | |
| 717 | Heidelberg | Pg | 49 | 22 | Sg | 50 | 45 |
| 718 | Messstetten | Pg | 49 | 17,5 | | | |
| 724 | Saint-Paul | Pn | 48 | 45,2 | | | |
| 727 | Tubingen | Pg | 49 | 18,5 | Sg | 50 | 45 |
| 745 | Stuttgart | Pn | 48 | 48,3 | Sg | 50 | 43,5 |
| | Stuttgart | Pg | 49 | 19,3 | | | |
| 758 | Monaco | Pn | 48 | 50 | | | |
| 878 | Eskdalmuir | Pn | 49 | 06,7 | Pg | 49 | 59 |
| 910 | Toledo | e | 50 | 07 | | | |
| 952 | Moxa | Pn | 49 | 21,0 | Sg | 51 | 35,5 |
| | Moxa | Pg | 49 | 58,7 | | | |
| 1005 | Halle | i | 50 | 58 | | | |
| 1063 | Kasperské H. | eiPn | 49 | 27,2 | eiSg | 52 | 23 |
| | Kasperské H. | eiPg | 50 | 13,5 | | | |
| 1135 | Praha | eiPg | 50 | 26,5 | eiSg | 52 | 45 |
| 1141 | Pruhonicé | eP | 50 | 09 | eiSg | 52 | 52 |
| 1264 | Wien | i | 52 | 44,5 | i | 53 | 19 |
| 2208 | Uméa | Pn | 51 | 40,1 | | | |
| 8018 | Uinta Basin | ePn | 58 | 42 | | | |
| 8053 | Blue M. | Pn | 58 | 42 | | | |

Les distances ci-dessus ont été calculées par rapport à l'épicentre provisoire (47°6 N, 0°6 W) ; heure origine : 00 h. 47 mn. 12 s. Un nouveau calcul à l'ordinateur en utilisant les tables d'Haslach a fourni les résultats suivants : 47°64 ± 0,08 N, 0°44 ± 0,09 W ; H = 00 h. 47 mn. 15 s.

Ce point est un peu trop oriental par rapport à l'épicentre macrosismique (47°70 N, 0°55 W).

75. - 8 mars 1965 à 19 h. 07 mn. - Gardanne : 43°24'9 N, 5°29'6 E

Important coup de toit dans la "Grande Mine Est", projections sur 60 m. ; violent ébranlement en surface. La secousse a été inscrite dans 11 stations ; heure origine calculée : 19 h. 07 mn. 17,5 s. L'hodochrone de l'onde Pg indique une vitesse de 5,97 km/s.

D'autres coups de toit ont été signalés en 1965 par la Direction des Houillères : 24 mars (12 h. 10 mn.) ; 28 mars (07 h. 58 mn., inscrit) ; 3 juillet (07 h. 00 mn.) ; 24 juillet (vers 09 h. 00 mn. et 19 h. 00 mn.) ; 30 juillet, violent ébranlement en surface (12 h. 05 mn.) ; 8 octobre (15 h. 05 mn.) ; 16 octobre (15 h. 39 mn., inscrit avec une forte amplitude dans plusieurs stations) ; 17 novembre (20 h. 08 mn., inscrit) ; 20 novembre (15 h. 00 mn.) ; 9 décembre (12 h. 50 mn.).

Plusieurs autres coups de toit ne figurant pas dans cette liste ont été enregistrés en 1965 par les stations de Cadarache, Lorgues, Saint-Paul, Isola et Monaco

76. - 13 mars 1965 à 20 h. 22 mn. - Alpes-Maritimes : 44°03'N, 7°10'E

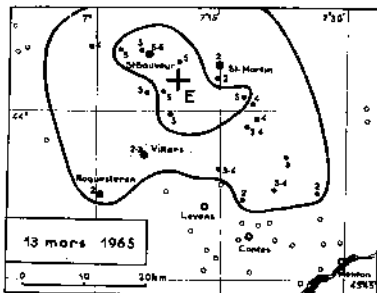


Figure 28 -

Enquête macroséismique : 66 réponses dont 22 positives.

La surface macroséismique est d'environ 1500 km² (figure 28). On a noté l'intensité 5-6 à Saint-Sauveur de Tinée, l'intensité 5 à Marie, Clans, Roure, Roubion, Valdeblone (c. de Saint-Sauveur) et à Roquebillière. Vers le nord la secousse n'a pas été ressentie dans le département des Basses-Alpes.

L'épicentre macroséismique (44°03'N, 7°10'E) est situé dans les terrains d'âge secondaire qui forment l'enveloppe méridionale du massif cristallin du Mercantour.

La secousse a été enregistrée dans plusieurs observatoires.

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 16 | Isola | iPg | 20 h. 22 mn. 50,7 s. | ei | 20 h. 22 mn. 55,8 s. | | |
| 42 | Monaco | iPg | 22 56,3 | e | 23 02,5 | | |
| 60 | Saint-Paul | iPg | 22 59,6 | | | | |
| 88 | Lorgues | iPg | 23 03,9 | | | | |
| 89 | La Mourre | iPg | 23 04,1 | | | | |
| 187 | Roselend | ePn | 23 17,1 | eSg | 23 43,3 | | |
| | Roselend | ePg | 23 21,5 | | | | |
| 370 | Clermont | e | 24 15 | | | | |
| 497 | Buteaux | ePn | 23 44,8 | e | 24 26,5 | | |
| 438 | Lormes | ePn | 23 48,7 | e | 24 33,5 | | |
| 440 | St-Saulge | ePn | 23 49,3 | | | | |
| 457 | Toulx | ePn | 23 51,0 | | | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique ; Heure origine calculée : 20 h. 22 mn. 48,5 s.

77. - 4 avril 1965 à 04 h. 39 mn. - Puy-de-Dôme : 45°6 N, 2°35 E

Signalée par la presse locale la secousse n'a été ressentie qu'au Mont-Dore et à Chambon-sur-le-Lac (c. de Besse) ; 14 réponses négatives.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 25 | Clermont | ePg | 04 h. 39 mn. 18,5 s. | Sg | 04 h. 39 mn. 20,5 s. | | |
| 92 | Toulx | iPg | 39 30,4 | | | | |
| 175 | St-Saulge | iPg | 39 43,6 | iSg | 40 03,8 | | |
| 176 | Buteaux | iPg | 39 43,9 | iSg | 40 04,6 | | |

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|------|--------------------|------|--------------------|--|--|
| 190 | Garchy | iPg | 04 h. 39 mn. 46 s. | Sg | 04 h. 40 mn. 07 s. | | |
| 200 | Lormes | iPg | 39 47,6 | iSg | 40 11,1 | | |
| 292 | Roselend | eiPg | 40 04,7 | eiSg | 40 40,6 | | |
| 356 | Bagnères | ePg | 40 15,0 | Sg | 40 56,9 | | |
| 364 | Isola | e | 40 13,0 | iSg | 41 00,6 | | |
| 402 | St-Sauveur | ePn | 40 10,9 | | | | |
| 435 | Folinière | ePn | 40 13,0 | | | | |

Une secousse prémonitoire a été inscrite à Clermont le 3 avril 1965 à 03 h. 05 mn. 15 s.

Le calcul par ordinateur a fourni les résultats suivants :

45°35'9 ± 1'2 N, 2°52'7 ± 1'6 E ; H = 04 h. 39 mn. 14 s.

Le point calculé est situé dans le massif volcanique du Sancy, à 5 km au nord-est du Mont-Dore et à 4 km au nord-nord-ouest du Chambon-sur-le-Lac, les deux localités où la secousse a été ressentie.

78. - 4 avril 1965 à 15 h. 57 mn. - Haut-Rhin : 47°9 N, 7°4 E

Pas de renseignements macroséismiques ; la secousse a été enregistrée dans quelques observatoires.

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|------|----------------------|------|----------------------|--|--|
| 47 | Feldberg | iSg | 15 h. 57 mn. 49,8 s. | | | | |
| 79 | Strasbourg | ePg | 57 50 | iSg | 15 h. 58 mn. 02,0 s. | | |
| 120 | Messstetten | eiPg | 57 57,3 | eSg | 58 12,1 | | |
| 140 | Tubingen | ePg | 58 00,8 | eSg | 58 16,6 | | |
| 168 | Stuttgart | ePg | 58 04,5 | eSg | 58 22,7 | | |
| 256 | Roselend | ePg | 58 24 | eiSg | 58 50,2 | | |
| 277 | Lormes | iPg | 58 24,3 | iSg | 58 56,0 | | |
| 306 | St-Saulge | iPg | 58 29,7 | iSg | 59 04,2 | | |
| 406 | Clermont | e | 58 40,5 | | | | |
| 433 | Toulx | iSg | 59 04,2 | | | | |

Le calcul a fourni les résultats suivants : 47°55'2 ± 2'4 N, 7°23'9 ± 2'5 E. H = 15 h. 57 mn. 36,5 s.

Cet épicentre est situé dans le fossé rhénan, à 6 km au Nord-est d'Ensisheim. Il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

79. - 6 avril 1965 à 05 h. 26 mn. - Maine-et-Loire : 47°5 N, 0°5 W

Pas de renseignements macroséismiques ; la secousse a été enregistrée dans quelques stations :

| Km | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|--|--|
| 105 | Gorron | ePg | 05 h. 26 mn. 55,0 s. | | |
| 130 | St Sauveur | e | 26 59,0 | | |
| 144 | Folinière | e | 27 01,5 | | |
| 308 | St Saulge | e | 27 28,6 | | |
| 333 | Lormes | e | 27 33,6 | | |

Un épicentre au voisinage même d'Angers (47°27'N, 0°33'W) est probable ; heure origine calculée : 05 h. 26 mn. 37 s.

80. - 2 mai 1965 à 12 h. 25 mn. - Monteynard : 44°9 N, 5°7 E

Secousse ressentie au barrage de Monteynard et inscrite dans quelques stations ; l'épicentre est probablement voisin du lac-barrage.

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------------|------|----------------------|--|--|
| 140 | Isola | e | 12 h. 26 mn. 06 s. | i | 12 h. 26 mn. 27,5 s. | | |
| 259 | Buteaux | ePg | 26 29,2 | eiSg | 26 57,3 | | |
| 290 | Lormes | ePg | 26 34,8 | eiSg | 27 07,6 | | |
| 290 | St-Saulge | ePg | 26 34,5 | eiSg | 27 07,6 | | |

Roselend Sg-Pg : 14,7 s., distance 110 km
Heure origine calculée : 12 h. 25 mn. 43 s.

81. - 13 mai 1965 à 02 h. 12 mn. - Fossé Rhénan : 48°0 N, 7°4 E

Secousse enregistrée dans de nombreux observatoires ; l'enquête n'a fourni qu'une seule réponse positive : int. 3 à Fessenheim (47°55'N, 7°32'E) ; 39 réponses négatives, en particulier de 10 communes des cantons de Neuf-Brisach et d'Ensisheim.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-------|--------------------|-------|--------------------|--|--|
| 54 | Bâle | ePg | 02 h. 12 mn. 20 s. | eSg | 02 h. 12 mn. 26 s. | | |
| 71 | Strasbourg | ePg | 12 21,7 | eiSg | 12 32,0 | | |
| 121 | Messstetten | iPg | 12 28,2 | eSg | 12 43,0 | | |
| 137 | Karlsruhe | | | eSg | 12 50,4 | | |
| 139 | Tubingen | ePg | 12 31,3 | eSg | 12 47,1 | | |
| 166 | Stuttgart | iPg | 12 34,6 | e(Sg) | 12 52,1 | | |
| 264 | Roselend | eiPg | 12 52,3 | iSg | 13 23,2 | | |
| 276 | Lormes | iPg | 12 54,8 | iSg | 13 26,5 | | |
| 279 | Buteaux | iPg | 12 55,3 | | | | |
| 306 | St-Saulge | iPg | 13 00,0 | | | | |
| 309 | Dourbes | ePn | 12 54,1 | e(Sg) | 13 36,6 | | |
| 330 | Bensberg | | | eSg | 13 44 | | |
| 424 | Isola | e(Pg) | 13 24,5 | iSg | 14 14,5 | | |
| 475 | Kasperské H. | Pg | 13 26,6 | e(Sg) | 14 23 | | |
| 549 | Collm | | | eSg | 14 50,3 | | |
| 570 | Pruhonice | ePg | 13 46 | | | | |

L'épicentre calculé (tables d'Haslach) a pour coordonnées : 48°00'0 ± 1'5 N, 7°21'7 ± 2'4 E ; H = 02 h. 12 mn. 08,1 s. Cet épicentre est voisin de celui calculé pour la secousse du 4 avril 1965 (voir plus haut n° 78) et est situé dans le fossé rhénan aux environs de Sainte-Croix en Plaine à 14 km au Nord-ouest de la localité de Fessenheim où la secousse a été signalée. Il est possible que les séismes du 4 avril et du 13 mai 1965 soient en relation avec l'existence des domes salifères de Meyenheim et de Hettenschlag où l'on sait que la montée du sel s'est poursuivie à l'époque quaternaire amenant une réduction considérable de l'épaisseur des alluvions au-dessus des diapirs.

82. - 23 août 1965 vers 16 h. 00 mn. - Sarthe : 48°0 N, 0°1 W

L'observateur de la station météorologique d'Epineu-le-Chevreuil (48°02'N, 0°07'W) a signalé une faible secousse le 23 août 1965 vers 16 h. 00 mn. (T. U.). La secousse aurait été ressentie au Mans ; elle n'a pas été inscrite dans les observatoires.

83. - 11 septembre 1965 à 10 h. 43 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°3 N, 6°8 E

D'après une nouvelle de presse, légère secousse ressentie dans la région de Barcelonnette. L'enquête n'a fourni qu'une seule réponse positive : 2-3 à Faucon-sur-Ubaye ; 16 réponses négatives en provenance de l'arrondissement de Barcelonnette.

Données microsismiques

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|------|----------------------|------|----------------------|--|
| 22 | Isola | iPg | 10 h. 43 mn. 30,9 s. | | | |
| 83 | St-Paul | ePg | 43 41,6 | | | |
| 102 | Lorgues | ePg | 43 44,2 | | | |
| 109 | Lanslevillard | iPg | 43 43,9 | | | |
| 114 | Monteynard | iPg | 43 46,1 | eiSg | 10 h. 44 mn. 00,7 s. | |
| 154 | Roselend | ePn | 43 52,0 | iSg | 44 13,0 | |
| | Roselend | iPg | 43 55,0 | | | |
| 400 | Grand Ballon | ePn | 44 22,5 | ePg | 44 34,8 | |
| 401 | Lormes | ePn | 44 23,1 | | | |
| 405 | St-Saulge | ePn | 44 23,8 | | | |
| 412 | Haudompré | iPn | 44 24,2 | ePg | 44 36,7 | |
| 424 | Toulx | ePn | 44 26,7 | | | |
| 455 | Champ du Feu | ePn | 44 29,5 | | | |
| 481 | Strasbourg | eiPg | 44 51,1 | | | |

Epicentre calculé (tables d'Haslach) : 44°18'6 ± 1'2 N, 6°49'4 ± 2'6 E ; H = 10 h. 43 mn. 27,3 s.

D'autres secousses dans la même région se sont produites les 2 et 12 décembre 1965 et le 11 janvier 1966 (voir plus loin n°s 88, 90 et 92).

p.m. - 15 septembre 1965 à 21 h. 50 mn. - Bretagne : vers 47°0 N, 2°3 W

Pas d'observations macroséismiques ; faibles inscriptions dans quelques stations.

| | | | |
|------------|----|--------------|---------|
| Gorron | Pg | 21 h. 51 mn. | 08,5 s. |
| Folinière | Pg | 51 | 14,7 |
| St-Sauveur | Pg | 51 | 16,7 |
| Toulx | Pg | 51 | 30,4 |
| St-Saulge | Sg | 52 | 44 |
| Lormes | Sg | 52 | 49,7 |

Un épicentre dans la région de l'île de Noirmoutier (vers 47°0 N, 2°3 W) est possible.

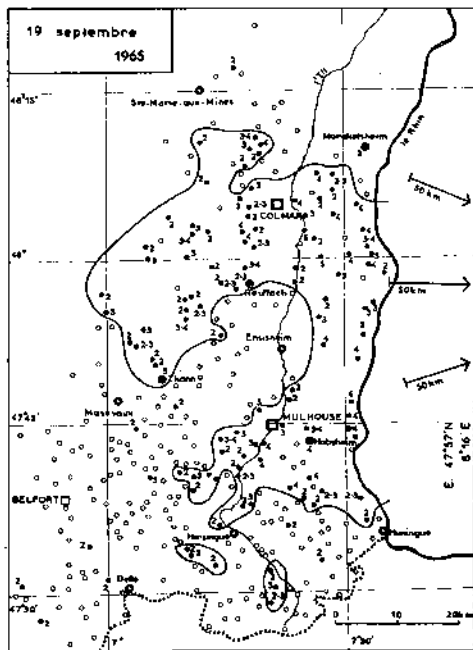
p.m. - 17 septembre 1965 à 00 h. 31 mn. - Allier : vers 46°7 N, 2°7 E

Faibles inscriptions dans quelques stations.

| Km | | | | | |
|-----|--------------|-------|--------------|---------|--------------------------|
| 71 | Garchy | iPg | 00 h. 31 mn. | 14,8 s. | iSg 00 h. 31 mn. 22,7 s. |
| 77 | Saint-Saulge | ePg | 31 | 16,0 | |
| 107 | Lormes | ePg | 31 | 20,3 | |
| 323 | Gorron | e(Pn) | 31 | 47,2 | |
| 284 | St-Sauveur | ePg | 31 | 50,5 | |
| 327 | Folinière | e | 31 | 53,9 | |

Une enquête macroséismique tardive (13 réponses) n'a fourni qu'un seul renseignement positif : la secousse aurait été ressentie avec l'intensité 2 à Ainay-le-Château (Allier). Un épicentre au voisinage de cette localité (46°42'N, 2°42'E) est possible. Les distances indiquées ci-dessus sont comptées à partir d'Ainay-le-Château.

84. - 19 septembre 1965 à 08 h. 10 mn. - Forêt Noire : 47°57'N, 8°16'E



Important séisme dans la Forêt-Noire ; intensité 6 dans la région épiscopentrale (à Sankt-Blasien et à Falkau au voisinage du lac Titisee). La secousse a été ressentie dans le sud de l'Allemagne, en Suisse et en France.

Une enquête macroséismique détaillée (560 questionnaires envoyés ; 429 réponses dont 128 positives) a permis d'étudier la répartition des intensités sur le territoire français (fig. 29). A distance égale la secousse a été très irrégulièrement ressentie dans le Fossé rhénan ; une fois de plus et comme le 14 mars 1964 (voir plus haut n° 57) l'intensité est maximum sur le *horst de Mulhouse* et sur le "*seuil de Colmar*" alors que la secousse n'a pas été ressentie dans le *bassin potassique* (région d'Ensisheim) et dans le *bassin de Slesstat* au nord de Colmar. On notera aussi une extension de la surface macroséismique sur le socle cristallin des Vosges centrales jusqu'à une distance de 100 km de l'épicentre alors que le rayon macroséismique est seulement de 50 km à hauteur de Marckolsheim.

La secousse a été inscrite dans de nombreux observatoires ; les données épiscopentrals suivantes ont été publiées :

- a) Seismologischer Jahresbericht, Veröff. Landeserdbebendienstes Baden-Württembergs, 1965 Stuttgart 1966. 47°57'N, 8°16'E, h = 18 ± 1 km, H = 08 h. 10 mn. 43,9 s. ; Magnitude : M : 4,5 ; 4,1 (Bensberg) ; 3,9 (Pruhonic).

Figure 29 -

b) Coast and Geodetic Survey

47°9 N, 8°3 E ; H = 08 h. 10 mn. 42,4 s. ; m : 4,0.

c) Int. Seismol. Center (August 1965, p. 226), 25 stations

48°00 ± 0,05 N, 8°36 ± 0,07, H = 08 h. 10 mn. 43,8 s. ± 0,43 s. ; m : 4,5.

85. - 3 octobre 1965 à 22 h. 20 mn. - Savoie : 45°8 N, 5°9 E

Faible secousse, inscrite dans quelques observatoires et ressentie seulement 2-3 en une localité du canton d'Albens : Saint-Germain (45°46'N, 5°53'E) ; 62 réponses négatives. L'épicentre est voisin du bord oriental du lac du Bourget (voir plus haut n°s 11 et 60).

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 57 | Roselend | iPg | 22 h. 20 mn. 23,5 s. | iSg | 22 h. 20 mn. 30,8 s. | | |
| 69 | Grenoble | iPg | 20 25 | iSg | 20 34 | | |
| 97 | Lanslevillard | Pg | 20 30 | i | 20 47,4 | | |
| 198 | Isola | iPn | 20 47,5 | iSn | 21 10,0 | | |
| 226 | Lormes | ePn | 20 49,4 | | | | |
| 227 | St-Saulge | ePn | 20 52,5 | | | | |
| 248 | Haudompré | ePn | 20 52,4 | iPg | 20 54,7 | | |
| 251 | G. Ballon | ePg | 20 54,8 | | | | |
| 307 | Champ du Feu | ePg | 21 04,5 | | | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macrosismique (45°8 N, 5°9 E) ; heure origine : 22 h. 20 mn. 14 s.

86. - 31 octobre 1965 à 10 h. 04 mn. - Ligurie : 43°9 N, 7°6 E

La secousse a été ressentie en Ligurie dans la région de Pigna et en France dans la vallée de la Roya (3 à Saorge).

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 26 | Monaco | iPg | 10 h. 04 mn. 18,7 s. | iSg | 10 h. 04 mn. 22,7 s. | | |
| 50 | Isola | iPg | 04 23,5 | iSg | 04 31,2 | | |
| 82 | St-Paul | ePg | 04 28,1 | | | | |
| 112 | Lorgues | ePg | 04 33,1 | | | | |
| 149 | Cadarache | ePn | 04 37,9 | | | | |
| | Cadarache | iPg | 04 39,3 | iSg | 04 57,6 | | |
| 159 | Lanslevillard | iPg | 04 39,8 | i | 05 05,4 | | |
| 209 | Roselend | ePg | 04 48 | iSg | 05 14,9 | | |
| 462 | Haudompré | iPn | 05 18,5 | | | | |
| 471 | Lormes | ePn | 05 19,9 | | | | |
| 476 | St-Saulge | ePn | 05 20,6 | | | | |
| 486 | Champ du Feu | ePn | 05 22,7 | | | | |

Epicentre calculé (tables d'Haaslach) : 43°56'2 ± 1'3 N, 7°35'1 ± 3'4 E, H = 10 h. 04 mn. 14,5 s. Cet épicentre est situé à la frontière franco-italienne à environ 6 km au sud-est de Saorge et à 5 km à l'ouest de Pigna. L'épicentre indiqué par l'Institut national géophysique italien est un peu plus oriental (43°9 N, 7°7 E).

Une secousse prémonitoire inscrite à Monaco, Isola, Lanslevillard et Roselend s'est produite le 7 octobre 1965 à 10 h. 06 mn. 35 s. Une faible réplique a été inscrite dans les mêmes stations le 18 novembre 1965 à 22 h. 46 mn. 48 s.

87. - 8 novembre 1965 à 18 h. 44 mn. - Bretagne : 47°9 N, 2°4 W

Secousse faiblement ressentie sur une surface d'environ 700 km², plus fortement aux environs de Ploermel où l'intensité 5 a été atteinte (figure 30). Le point moyen de la zone macrosismique a pour coordonnées : 47° 54'N, 2°22'W.

Enquête macrosismique : 129 réponses dont 22 positives.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-------|----------------------|------|-----|--------------------|
| 127 | Gorron | iPg | 18 h. 44 mn. 35,2 s. | | | |
| 170 | Folinière | Pn | 44 | 41,4 | | |
| 185 | St-Sauveur | Pn | 44 | 43,4 | | |
| 416 | Garchy | Pg | 45 | 24,8 | eSg | 18 h. 46 mn. 14 s. |
| 453 | St-Saulge | Pn | 45 | 16,1 | | |
| 475 | Lormes | Pn | 45 | 18,4 | | |
| 490 | Buteaux | Pn | 45 | 20,4 | | |
| 650 | Haudompré | ePg | 46 | 04,1 | eSg | 47 20 |
| 707 | Grand Ballon | (e)Pg | 46 | 11,8 | | |
| 720 | Champ du Feu | (e)Pg | 46 | 18,2 | | |
| 762 | Lanslevillard | e | 47 | 25,3 | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macrosismique ; heure origine calculée : 18 h. 44 mn. 14 s. D'après les données ci-dessus le foyer est à faible profondeur (voisin de la surface).

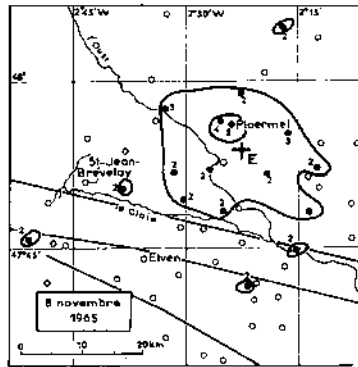


Figure 30 -

88. - 2 décembre 1965 à 03 h. 46 mn. et à 09 h. 23 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°3 N, 6°7 E

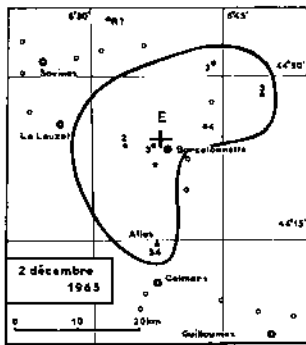


Figure 31 -

La région de Barcelonnette a été le siège en décembre 1965 de plusieurs secousses signalées par la presse ; une secousse prémonitoire avait déjà eu lieu le 11 septembre (n° 83).

La secousse du 2 décembre à 03 h. 46 mn. a été ressentie sur environ 800 km² : 4-5 à Uvernet, 4 à Barcelonnette et Jausiers, 3-4 à Allos, 3 à Saint-Pons, Larche et Saint-Paul, 2 aux Thuiles ; elle a été signalée également à Saint-Etienne de Tinée.

50 réponses négatives, en provenance en particulier de la Condamine-Chatelard, Le Lauzet, Fours, Enchastrayes. L'épicentre macrosismique est voisin de Barcelonnette (figure 31) (44°22'N, 6°40'E).

La secousse du 2 décembre à 09 h. 23 mn., bien qu'inscrite à la station de Roselend avec la même amplitude que celle de 03 h. 46 mn. n'a été signalée qu'à Barcelonnette, Jausiers et Uvernet, c'est-à-dire dans la zone épiscoptrale de la secousse de 03 h. ; elle aurait cependant été ressentie à Isola.

Données microsismiques

| Km | | | | | | |
|----|------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|
| 32 | Isola | iPg | 03 h. 46 mn. 38,5 s. | | | |
| 81 | Saint-Paul | ePg | 46 | 46,8 | | |
| 87 | Monaco | iPg | 46 | 47,0 | iSg | 03 h. 46 mn. 58,2 s. |

| Km | | | 03 h. 46 mn. 49,0 s. | | | 03 h. 47 mn. 03,5 s. | |
|-----|---------------|------|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 97 | Lorgues | ePg | | | | | |
| 107 | Monteynard | eiPg | 46 | 50,0 | iSg | 47 | 04,4 |
| 111 | Lanslevillard | iPg | 46 | 51,5 | iSg | 47 | 18,0 |
| 143 | Roselend | eiPn | 46 | 58,9 | | | |
| | Roselend | iPg | 47 | 01,4 | | | |
| 396 | Lormes | ePn | 47 | 29,0 | | | |
| 398 | St-Saulge | ePn | 47 | 29,8 | | | |

L'épicentre calculé (tables d'Haslach, surface) a pour coordonnées $44^{\circ}18' \pm 1'N$, $6^{\circ}41' \pm 2'E$; H = 03 h. 46 mn. 33,0 s. Ce point est situé à 9 km au Sud de Barcelonnette (épicentre macroséismique). Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre microséismique.

La réplique (inscrite dans les mêmes stations que la secousse de 03 h. 46 mn.) a pour heure origine H = 09 h. 23 mn. 00,5 s.

89. - 8 décembre 1965 à 19 h. 58 mn. - Savoie : $45^{\circ}7' N$, $6^{\circ}8' E$

La secousse signalée par la presse a été ressentie 4 à Bourg Saint-Maurice et Montvalézan, 3 à Sainte-Foy et Séz, 2 à Villaroger ; toutes ces localités sont situées aux environs de Bourg-Saint-Maurice ; 35 réponses négatives en particulier de Saint-Gervais, Passy, Les Contamines, Sallanches, Mégève, Combloux (Haute-Savoie) et de Beaufort, Villard-sur-Doron, Aime, Landry, Tignes, Val d'Isère (Savoie). L'épicentre macroséismique est probablement situé à quelques kilomètres au nord de Bourg Saint-Maurice vers $45^{\circ}40'N$, $6^{\circ}48'E$.

Données microséismiques :

| Km | | | 19 h. 57 mn. 11,1 s. | | | 19 h. 57 mn. 12,5 s. | |
|-----|---------------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|
| 15 | Roselend | iPg | | | iSg | | |
| 48 | Lanslevillard | iPg | 57 | 13,7 | eSg | 57 | 20,3 |
| 143 | Neuchâtel | ePg | 57 | 31,5 | eSg | 57 | 50,5 |
| 171 | Isola | ePn | 57 | 35,1 | iSn | 57 | 55,5 |
| 226 | Monaco | | | | iSg | 58 | 15 |
| 239 | St-Paul | ePn | 57 | 44,1 | | | |
| 254 | Lorgues | ePn | 57 | 47,6 | | | |
| 256 | Haudompré | ePn | 57 | 46,8 | i | 58 | 14,2 |
| | Haudompré | iPg | 57 | 51,8 | iSg | 58 | 23,5 |
| 285 | Lormes | ePn | 57 | 50,0 | | | |
| 297 | St-Saulge | ePn | 57 | 52,2 | | | |
| 300 | Champ du Feu | ePn | 57 | 51,5 | eiSg | 58 | 34,3 |
| | Champ du Feu | eiPg | 57 | 59,9 | | | |

Epicentre calculé (tables d'Haslach) : $45^{\circ}42'6 \pm 0'9 N$, $6^{\circ}48'0 \pm 2'6 E$, H = 19 h. 57 mn. 07,9 s. Cet épicentre, concordant avec l'épicentre macroséismique, est situé sur la frontière franco-suisse, au sud du col de la Seigne, c'est-à-dire sur l'axe de l'arc séismique briançonnais.

90. - 12 décembre 1965 à 02 h. 49 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : $44^{\circ}4' N$, $6^{\circ}7' E$

La secousse comme celles du 11 septembre 1965 (n° 83) et du 2 décembre 1965 (n° 86) a été ressentie en Ubaye : 3-4 à Faucon-sur-Ubaye, 2 à Barcelonnette ; 9 réponses négatives en provenance de Saint-Paul, Larche et Meyronnes, Uvernet et les Thuiles, Allos, Le Lauzet, La Bréole et Saint-Vincent.

Données microséismiques :

| Km | | | 02 h. 49 mn. 47,4 s. | | | 02 h. 50 mn. 09,2 s. | |
|-----|---------------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|
| 29 | Isola | iPg | | | | | |
| 88 | Monaco | iPg | 49 | 57 | iSg | | |
| 96 | St-Paul | iPg | 49 | 58,4 | | | |
| 97 | Lanslevillard | iPg | 49 | 56,4 | | | |
| 112 | Monteynard | eiPn | 50 | 00,0 | eiSg | 50 | 16 |
| | | iPg | 50 | 03,2 | | | |
| 116 | Lorgues | ePg | 50 | 01,2 | | | |
| 142 | Roselend | eiPn | 50 | 04,0 | iSg | 50 | 26,5 |
| | Roselend | iPg | 50 | 08,5 | | | |
| 322 | Besançon | ePg | 50 | 34,5 | | | |
| 388 | Grand Ballon | ePn | 50 | 36,2 | | | |

Km

| | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|-----|----------------------|
| 394 | Lormes | ePn | 02 h. 50 mn. 37,5 s. | | |
| 400 | Haudompré | ePn | 50 38,2 | ePg | 02 h. 50 mn. 50,7 s. |
| 443 | Champ du Feu | ePn | 50 42,9 | | |
| 515 | Stuttgart | ePg | 51 19 | | |

Epicentre calculé (tables d'Haslach) : $44^{\circ}25'2 \pm 1'5$ N, $6^{\circ}53'7 \pm 3'8$, H = 02 h. 49 mn. 42,2 s. Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre microsismique.

Cet épocentre, situé au voisinage du col de Larche, paraît trop oriental ; un épocentre au voisinage de Barcelonnette ($44^{\circ}24'N$, $6^{\circ}40'E$) paraît plus vraisemblable.

p. m. - 15 décembre 1965 à 12 h. 07 mn. - Belgique : $50^{\circ}5$ N, $4^{\circ}1$ E

Importante secousse de magnitude 4,7 ayant causé de légers dégâts dans la province du Hainaut (Belgique) en particulier à Houdeng-Aimeries, Perennes-les Binche et Strépy-Bracquegnies. Cette secousse n'a pas été ressentie en France, une large enquête (101 questionnaires) dans le département du Nord n'a fourni que des réponses négatives.

p. m. - 21 décembre 1965 à 10 h. 00 mn. - Belgique : $50^{\circ}40'N$, $5^{\circ}31'E$

Importante secousse de magnitude 4,8 aux environs de Liège où elle a causé quelques dégâts. Elle aurait été ressentie localement à Boulogne-sur-Seine dans la banlieue de Paris. Une large enquête (300 questionnaires) effectuée dans les départements du nord et du nord-est de la France n'a fourni que des réponses négatives.

91. - 26 décembre 1965 à 20 h. 07 mn. 22 s. et à 20 h. 07 mn. 43,5 s. - Haute-Saône : $47^{\circ}51'N$, $6^{\circ}30'E$

Deux secousses successives à 21,5 s. d'intervalle ont été enregistrées très clairement par les stations à grande sensibilité du réseau des Vosges et du réseau du Morvan ; pas de renseignements macrosismiques.

Première secousse :

Km

| | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|-------|----------------------|
| 20 | Haudompré | iPg | 20 h. 07 mn. 25,4 s. | iSg | 20 h. 07 mn. 28,5 s. |
| 47 | Grand Ballon | iPg | 07 29,8 | iSg | 07 36,3 |
| 81 | Champ du Feu | iPg | 07 35,8 | iSg | 07 45,4 |
| 209 | Lormes | ePg | 07 56,7 | e(Sg) | 08 18,9 |
| 212 | Buteaux | ePg | 07 57,4 | eSg | 08 20,4 |
| 239 | St-Saulge | ePg | 08 01,9 | eSg | 08 30,1 |

Deuxième secousse :

| | | | | | |
|----|--------------|-----|---------------|-----|---------------|
| 20 | Haudompré | iPg | 20 h. 07 47,0 | iSg | 20 h. 07 50,3 |
| 47 | Grand Ballon | iPg | 07 51,5 | iSg | 07 57,9 |
| 81 | Champ du Feu | iPg | 07 57,2 | iSg | 08 07,3 |

L'épicentre déterminé graphiquement avec une bonne précision a pour coordonnées : $47^{\circ}51'N$, $6^{\circ}30'E$: H = 20 h. 07 mn. 21,8 s. Il est situé à 20 km au sud-sud-ouest de Remiremont et à 9 km au nord-est de Luxeuil, en bordure du massif cristallin vosgien.

92. - 11 janvier 1966 à 14 h. 50 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : $44^{\circ}5$ N, $6^{\circ}7$ E

Nouvelle secousse dans la haute vallée de l'Ubaye (voir n°s 83, 88 et 90), ressentie 3 à Faucon-sur-Ubaye (au voisinage de Barcelonnette) et à la Condamine-Chatelard, 2 à Crévoux, Saint-Crépin et Saint-Paul.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|------|--------------|-------|--|
| 48 | Isola | iPg | 14 h. 50 mn. | 43,5 s. | i | 14 h. 50 mn. | 58 s. | |
| 89 | Lanslevillard | iPg | 50 | 49,6 | | | | |
| 91 | Monteynard | iPg | 50 | 52,0 | iSg | 51 | 02,8 | |
| 104 | Saint-Paul | iPg | 50 | 54,2 | | | | |
| 103 | Monaco | ePg | 50 | 53,0 | iSg | 51 | 06,0 | |
| 120 | Lorgues | iPg | 50 | 56,9 | | | | |
| 309 | Besançon | | | | eiSg | 52 | 07 | |
| 315 | Clermont | e | 51 | 31 | iSg | 52 | 09 | |
| 342 | Bâle | eSn | 52 | 03,7 | eSg | 52 | 19,2 | |
| 376 | Lormes | ePn | 51 | 29,7 | | | | |
| 378 | Grand Ballon | iPn | 51 | 28,9 | ePg | 51 | 39,0 | |
| 389 | Haudompré | iPn | 51 | 30,4 | ePg | 51 | 43,0 | |
| 416 | Garchy | iPn | 51 | 35,1 | iSn | 52 | 19,4 | |
| | Garchy | iPg | 51 | 46,9 | iSg | 52 | 33,0 | |
| 434 | Champ du Feu | iPn | 51 | 35,7 | | | | |
| 689 | St-Sauveur | ePn | 52 | 09,1 | | | | |
| 720 | Gorron | ePn | 52 | 13,9 | | | | |
| 723 | Folinière | ePn | 52 | 13,4 | | | | |
| 768 | Moxa | | | | eSg | 54 | 24 | |

Epicentre calculé (tables d'Haslach) : $44^{\circ}30'6 \pm 1'8$ N, $6^{\circ}40'0 \pm 4'2$ E, H = 14 h. 50 mn. 36,1 s. Ce point est situé à 12 km au nord-nord-est de Barcelonnette et à 6 km à l'ouest de Saint-Paul. Une secousse prémonitoire et six répliques ont été enregistrées dans les stations proches ; heures origines calculées : 14 h. 48 mn. 37 s. ; 14 h. 51 mn. 54 s. ; 14 h. 54 mn. 20 s. ; 15 h. 06 mn. 12,5 s. ; 15 h. 37 mn. 11 s. ; 18 h. 24 mn. 25,4 s. ; 18 h. 35 mn. 34 s.

La secousse principale du 11 janvier a été inscrite dans le réseau des Vosges avec une amplitude trois fois plus forte que celle du 12 décembre 1965 à 12 h. 50 mn.

93. - 14 janvier 1966 à 21 h. 24 mn. - Savoie : $45^{\circ}4$ N, $7^{\circ}0$ E

Secousse ressentie à Val d'Isère (Savoie) ; pas d'autres renseignements macrosismiques.

La secousse a été inscrite à Lanslevillard (iPg : 21 h. 24 mn. 06,7 s. ; distance 18 km), Saint-Paul (ePg : 21 h. 24 mn. 40,5 s. ; distance 210 km) et à Lorgues (ePg : 21 h. 24 mn. 42,5 s. ; distance 226 km) ; heure origine calculée : 21 h. 24 mn. 04 s. L'épicentre macrosismique est probablement voisin de Val d'Isère ($45^{\circ}27'N$, $6^{\circ}59'E$).

94. - 18 janvier 1966 à 19 h. 43 mn. - Mayenne : vers $47^{\circ}9$ N, $1^{\circ}0$ W

La station météorologique de Ballots ($47^{\circ}54'N$, $1^{\circ}03'W$) a signalé une faible secousse à 19 h. 43 mn. suivie d'une réplique le lendemain vers 7 h. 40 mn. Ces secousses n'ont pas été inscrites dans les observatoires. Il n'a pas été fait d'enquête.

95. - 19 janvier 1966 à 07 h. 00 mn. - Haute-Savoie : $45^{\circ}45'N$, $6^{\circ}30'E$

La secousse a été ressentie sur une surface de 1100 km² (R = 19 km) avec une intensité maximum 4 ; elle a été signalée par la station météorologique de Megève. L'épicentre macrosismique a pour coordonnées : $45^{\circ}45'N$, $6^{\circ}30'E$, point situé à 6 km au NW de Beaufort, au voisinage du contact entre le sillon liasique subalpin et le socle schisteux. La secousse a été ressentie 4 à Domancy, Saint-Nicolas de Véroce, Praz-sur-Arly, Megève, 2 à Combloux, Sallanches, Cordon.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|--|
| 63 | Lanslevillard | iPg | 07 h. 00 mn. | 38,7 s. | | | | |
| 111 | Monteynard | iPn | 00 | 44,9 | iSg | 07 h. 01 mn. | 00,3 s. | |
| | Monteynard | iPg | 00 | 47,6 | | | | |
| 140 | Neuchâtel | Pn | 00 | 54,7 | Sg | 01 | 14,3 | |
| 169 | Besançon | eiPg | 01 | 01,5 | eiSg | 01 | 21,0 | |
| 182 | Isola | iPn | 00 | 58,5 | i | 01 | 17,5 | |

| Km | | | | | | | |
|-----|----------------|------|--------------|---------|-------|--------------|-------|
| 213 | Bâle | Pg | 07 h. 01 mn. | 07,7 s. | Sg | 07 h. 01 mn. | 34 s. |
| 238 | Monaco | ePn | 01 | 10,0 | iSn | 01 | 38,5 |
| | Monaco | ePg | 01 | 15,0 | iSg | 01 | 43,6 |
| 241 | Grand Ballon | iPn | 01 | 06,5 | iPg | 01 | 11,2 |
| 248 | Haudompré | iPn | 01 | 07,9 | iPg | 01 | 14,0 |
| 258 | Lorgues | iPn | 01 | 09,0 | | | |
| 261 | Feldberg | Pn | 01 | 08 | iSg | 01 | 46 |
| | Feldberg | Pg | 01 | 14 | | | |
| 262 | Lormes | ePn | 01 | 09,5 | | | |
| 265 | Clermont | Pg | 01 | 15,5 | (Sn) | 01 | 48 |
| | Clermont | e | 01 | 25 | (Sg) | 01 | 59,5 |
| 274 | St-Saulge | ePn | 01 | 11,3 | | | |
| 296 | Champ du Feu | iPn | 01 | 13,2 | iPg | 01 | 23,0 |
| 312 | Garchy | ePn | 01 | 15,9 | iSg | 02 | 02,6 |
| | Garchy | iPg | 01 | 23,8 | | | |
| 327 | Strasbourg | ePg | 01 | 28 | e(Sg) | 02 | 11,0 |
| 362 | Tubingen | | | | eSg | 02 | 17 |
| 502 | Dourbes | ePn | 01 | 41,3 | eSn | 02 | 29,8 |
| | Dourbes | ePg | 01 | 49,2 | iSg | 02 | 58,1 |
| 582 | Uccle | ePn | 01 | 49 | | | |
| 589 | Bagnères | ePg | 02 | 09 | i(Sg) | 03 | 16,4 |
| 590 | St-Sauveur | ePn | 01 | 49,7 | | | |
| 624 | Folinière | ePn | 01 | 53,5 | | | |
| 630 | Gorron | ePn | 01 | 54,9 | | | |
| 651 | Kasperské Hory | eiPn | 01 | 56 | eiSg | 03 | 42 |
| | Kasperské Hory | eiPg | 02 | 24 | | | |
| 760 | Prague | | | | eSg | 04 | 13 |
| 763 | Pruhonice | eiPg | 02 | 39 | eiSg | 04 | 13,5 |
| 780 | Collm | | | | eSg | 04 | 17 |

Le calcul de l'épicentre par ordinateur a fourni les résultats suivants : $45^{\circ}46'5 \pm 0'9$ N, $6^{\circ}30'0 \pm 1'6$ E, H = 07 h. 00 mn. 30,9 s. Les distances sont calculées par rapport à l'épicentre microsismique qui est très voisin de l'épicentre macrosismique indiqué plus haut.

96. - 20 janvier 1966 à 17 h. 01 mn. - Bassin de Gardanne : $43^{\circ}4$ N, $5^{\circ}5$ E

Coup de toit dans le bassin de Gardanne, inscrit dans plusieurs stations :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 71 | Lorgues | iPg | 17 h. 01 mn. | 21,7 s. | | | |
| 100 | Saint-Paul | iPg | 01 | 25,2 | | | |
| 152 | Isola | iPn | 01 | 35,1 | iSg | 17 h. 01 mn. | 53,3 s. |
| 161 | Monaco | iPg | 01 | 37,4 | iSg | 01 | 56,7 |
| 412 | Toulx | i | 02 | 09,2 | | | |

Heure origine : 17 h. 01 mn. 09,5 s.

En 1966, d'autres coups de toit ont été inscrits le 17 février à 18 h. 41 mn. (ressenti à Aix-en-Provence), le 25 février à 17 h. 00 mn., le 4 mars à 23 h. 02 mn., le 8 mars à 09 h. 23 mn., le 28 mars à 17 h. 45 mn. (ressenti à Simiane et Gardanne), le 2 juin à 02 h. 34 mn. et à 04 h. 00 mn. Par ailleurs la Direction des Houillères du Bassin de Provence a, en 1966, signalé des coups de toit le 25 janvier vers 10 h. 30 mn., le 26 février vers 7 h. 10 mn. (sensible en surface), le 28 février à 11 h. 06 mn. (inscrit à Isola), le 8 mars à 15 h. 33 mn. (inscrit à Isola), le 16 juin à 10 h. 00 mn. (sensible en surface, inscrit à Lorgues, Saint-Paul, Isola, Monaco), le 12 septembre vers 17 h. 30 mn., le 21 novembre vers 00 h. 53 mn., le 23 décembre vers 4 h. et le 27 décembre vers 8 h.

97. - 27 janvier 1966 à 17 h. 17 mn. - Pyrénées : $43^{\circ}1$ N, $0^{\circ}7$ E

Pas de données macrosismiques. Les données microsismiques suivantes ont été recueillies :

| Km | | | | | | | |
|-----|----------|-----|--------------|---------|-----|--------------|-------|
| 49 | Bagnères | iPg | 17 h. 17 mn. | 16,2 s. | | | |
| 256 | Tortosa | iPg | 17 | 53 | iSg | 17 h. 18 mn. | 19 s. |
| 351 | Clermont | | | | eSg | 18 | 53 |

| Km | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|------------------------|
| 373 | Toulx | ePn | 17 h. 17 mn. | 59,4 s. | |
| 457 | Lorgues | ePg | 18 | 23,2 | |
| 484 | St-Paul | ePg | 18 | 26,7 | |
| 501 | Garchy | iPg | 18 | 31,9 | eSg 17 h. 19 mn. 31 s. |
| 550 | Lanslevillard | ePg | 18 | 43,8 | |
| 601 | Gorron | ePn | 18 | 25,3 | |
| 615 | St-Sauveur | ePn | 18 | 27,5 | |
| 638 | Folinière | ePn | 18 | 31,9 | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées $43^{\circ}05'5 \pm 2'6$ N, $0^{\circ}45'2 \pm 5'5$ E, H = 17 h. 17 mn. 06,9 s. ; le point calculé est au voisinage de Saint-Gaudens sur le bord nord des Pyrénées centrales ; un épiceutre un peu plus occidental vers $47^{\circ}0$ N, $0^{\circ}5$ E, dans la région où deux stations météorologiques ont signalé une secousse le 28 janvier, est possible.

p. m. - 28 janvier 1966 vers 18 h. 42 mn. - Pyrénées

Deux stations météorologiques des Hautes-Pyrénées, ont signalé une secousse (ressentie 3 à Nestier ($43^{\circ}03'N$, $0^{\circ}28'E$), 2 à Lannemezan ($43^{\circ}07'N$, $0^{\circ}24'E$) le 28 janvier vers 18 h. 40 mn. (T.U.). Cette secousse n'a pas été inscrite dans les observatoires : il pourrait s'agir soit d'une erreur de date (27 janvier ?) soit d'une réplique de la secousse du 27 janvier à 17 h. 17 mn.

98. - 14 février 1966 vers 05 h. 17 mn. - Pyrénées : $43^{\circ}1$ N, $0^{\circ}0$ long.

Secousse signalée par la station météorologique de Lourdes (Hautes-Pyrénées), ressentie 5 ; pas d'autres observations. La secousse n'a pas été enregistrée.

99. - 28 mars 1966 à 09 h. 26 mn. - Massif Central : $44^{\circ}9$ N, $3^{\circ}3$ E

Pas d'observations macroséismiques ; inscriptions dans plusieurs stations.

| Km | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|-------|--------------------------|
| 92 | Clermont | ePn | 09 h. 27 mn. | 05 s. | eSg 09 h. 27 mn. 15,5 s. |
| 184 | Monteynard | | | | eSg 27 43 |
| 241 | St-Saulge | iPn | 27 | 24,3 | ePg 27 28,7 |
| 260 | Lormes | iPn | 27 | 26,8 | ePg 27 31,9 |
| 261 | Garchy | ePg | 27 | 32,4 | e(Sg) 28 01 |
| 270 | Roselend | eiPg | 27 | 34,5 | iSg 28 07,7 |
| 283 | Lanslevillard | ePg | 27 | 34,3 | iSg 28 09,7 |
| 292 | Lorgues | iPn | 27 | 30,5 | ePg 27 38,3 |
| 309 | St-Paul | iPn | 27 | 32,2 | eSg 28 18,2 |
| | St-Paul | ePg | 27 | 40,8 | |
| 331 | Bagnères | iPg | 27 | 43,2 | ei(Sg) 28 22 |
| 410 | Haudompré | ePn | 27 | 43 | iPg 27 57,1 |
| 436 | Grand Ballon | iPg | 27 | 59,7 | |
| 485 | Champ du Feu | ePg | 28 | 11,5 | |

Les données ci-dessus, très concordantes, ont permis le calcul des coordonnées de l'épicentre : $44^{\circ}57'4 \pm 1'1$ N, $3^{\circ}20'7 \pm 1'5$ E, H = 09 h. 26 mn. 47,9 s. Le point calculé, à 22 km au sud-est de Saint-Flour est situé dans les Monts de la Margeride, à proximité du Mont-Mouchet.

Une détermination épiceentrale a été publiée par l'International Seismological Center (Bulletin, vol. 3, Nr 3. March 1966, p. 354) : $44^{\circ}9 \pm 0^{\circ}12$ N, $3^{\circ}5 \pm 0^{\circ}13$ E, H = 09 h. 26 mn. 52 s. ± 1 s.

Compte tenu de l'heure de la secousse il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

100. - 7 avril 1966 à 19 h. 38 mn. - Piémont : $44^{\circ}15'N$, $7^{\circ}25'E$

Important séisme (de magnitude 4,4) dont l'épicentre ($44^{\circ}15'N$, $7^{\circ}25'E$) est situé dans le Piémont, à proximité du barrage della Piastra, dans la vallée d'Entracque. La secousse a été ressentie avec l'intensité 6-7 à Entracque et à Santa Lucia, 6 à Valdieri et Trinita. En France la secousse a été ressentie 3 à Sospel, 2 à Cap d'Ail, Tende, l'Escarène, Monaco et localement à Marseille.

Une étude a été publiée (voir : M. de Panfilis et G. Pannochia, *Contributo ad uno studio sulla sismicità del Cuneese ; i terremoti di Entracque del 7 April 1966*, *Annali di Geofisica* (Roma), vol. XXI, 1968, pp. 324-339). La secousse principale du 7 avril 1966 avait été précédée à partir d'octobre 1965 de nombreuses manifestations sismiques plus faibles ; plusieurs répliques ont été ressenties jusqu'en octobre 1966. Il est possible que cette longue période d'activité sismique soit en relation avec le remplissage du lac-barrage de Piastra. Ce barrage-poids, haut de 88 m., retient un volume d'eau d'environ 12 millions de m³. Il a été mis en service en 1965.

La secousse principale a été inscrite dans de nombreux observatoires (voir : *Bulletin of the International Seismological Center*, vol. 3, Nr 4, April 1966, p. 92). Les coordonnées épicentrales suivantes ont été calculées : 44°3 ± 0°14 N, 7°4 ± 0°12 E, H = 19 h. 38 mn. 58 s. ± 1,3 s. (d'après 29 observations) ; h = 0 km ; m : 4,4.

101. - 25 avril 1966 à 20 h. 25 mn. - Vaucluse : 43°45'N, 5°41'E

Secousse au foyer de Beaumont-en-Pertuis (Vaucluse) où s'était produit le séisme destructeur du 20 mars 1812 (voir aussi plus haut n° 8) ; ressentie 4-5 à Beaumont, 3 à Mirabeau et Cadarache.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|------------|-------|--------------|---------|-------|--------------------|
| 9 | Cadarache | iPg | 20 h. 25 mn. | 45,7 s. | | |
| 64 | Lorgues | iPg | 25 | 54,6 | | |
| 79 | La Mourre | iPg | 25 | 57,2 | iSg | 20 h. 26 mn. 06 s. |
| 85 | St-Paul | iPg | 25 | 58,2 | | |
| 122 | Isola | iPg | 26 | 05,7 | iSg | 26 21,5 |
| 143 | Monaco | e(Pg) | 26 | 11,9 | iSg | 26 25,9 |
| 137 | Monteynard | e(Pg) | 26 | 17 | eSg | 26 27 |
| 230 | Roselend | ePg | 26 | 27 | eiSg | 26 54,7 |
| 451 | Bagnères | | | | e(Sg) | 27 51 |

Les distances sont mesurées à partir de l'épicentre macrosismique ; vitesse moyenne de l'onde Pg (entre 0 et 120 km) : 5,7 km/s ; vitesse moyenne de l'onde Sg (entre 0 et 150 km) : 3,4 km/s ; Heure origine : H = 10 h. 25 mn. 43,4 s.

Une réplique a été ressentie 4-5 à Beaumont le 1er mai 1966 à 23 h. 51 mn. ; cette réplique a été inscrite dans quelques stations : Cadarache (iPg : 23 h. 51 mn. 48,2 s. ; iSg : 23 h. 51 mn. 49,3 s.), Monaco, Monteynard, Lanslevillard, Roselend ; Heure origine calculée : H = 23 h. 51 mn. 46,5 s.

102. - 20 mai 1966 à 00 h. 52 mn. - Pyrénées centrales : 43°0 N, 0°2 E

Importante secousse (magnitude 4,5 environ) ressentie en France sur une surface d'au moins 6000 km². Les renseignements recueillis ne permettent pas de fixer un épicentre macrosismique précis. On a noté l'intensité 6 dans plusieurs localités distantes les unes des autres : Sarrancolin (c. d'Arreau), Oo (c. de Bagnères de Luchon), Labroquère et Gourdan-Polignan (c. de Barbazan) ; intensité 5-6 à Lourdes. La surface où l'intensité 5 a été observée atteint 3200 km² ; elle comprend des localités des cantons de Bagnères-de-Luchon (Bagnères-de-Luchon, Artigue, Antignac, Cazaril-Laspenès, Jurvielle, Portet-de-Luchon, Trebons, etc ...) et de Barbazan (Galié) dans le département de Haute-Garonne, des cantons de Arreau (Aspin), Campan (Campan), Aucun (Arrens), Luz (Gèdre), Vieille-Aure (Saint-Lary), Lannemezan (Espieilh et Gourdan-Polignan), Mauléon-Barousse (Sainte-Marie, Sost), Saint-Laurent-de-Neste (Nistos) dans le département des Hautes-Pyrénées. La secousse a été en outre ressentie à Saint-Pé, Tarbes, Lannemezan, Argelès, Saint-Gaudens et signalée localement à Toulouse et à Foix.

Données microsismiques :

La secousse a été enregistrée dans de nombreuses stations européennes et dans plusieurs stations américaines (voir : *Bulletin of the International Seismological Center*, vol. 3, Nr 5, May 1966, pp. 239-240).

Les déterminations épicentrales publiées sont discordantes :

- a) U.S. Coast and Geodetic Survey :
43°0 N, 0°2 W, H = 00 h. 53 mn. 00 s. ; h = 35 km ; magnitude m : 4,2.
- b) Servicio de Sismologia, Madrid :
43°0 N, 0°2 W, H = 00 h. 53 mn. 00 s. ; h = 96 km ; magnitude m : 5,0.
- c) International Seismological Center (I.S.C.)
43°03' ± 4'N, 0°06' ± 5'E, H = 00 h. 52 mn. 58,4 s. ; h = 35 km ; magnitude m : 4,4.

d) Bureau central international de Séismologie (B.C.I.S.)

43°11'7 ± 1'7 N, 0°12'3 ± 2'8'E, H = 00 h. 52 mn. 58,4 s. ; h = 20 km.

Les déterminations a) et b) sont trop occidentales. On peut admettre un épicentre sur le front nord-pyrénéen aux environs de Campan (43°0 N, 0°2 E). La profondeur du foyer indiquée en b) est certainement très exagérée.

103. - 6 juin 1966 à 18 h. 53 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°19'N, 6°15'E

Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|
| 66 | Isola | iPg | 18 h. 53 mn. | 33,4 s. | iSg | 18 h. 53 mn. | 41,5 s. |
| 82 | Monteynard | eiPg | 53 | 36,5 | eiSg | 53 | 46,5 |
| 83 | Cadarache | iPg | 53 | 35,4 | iSg | 53 | 47,6 |
| 92 | St-Paul | ePg | 53 | 36,2 | | | |
| 98 | Lorgues | ePg | 53 | 36,4 | | | |
| 115 | Monaco | iPg | 53 | 42,1 | iSg | 53 | 57,4 |
| 118 | Lanslevillard | iPg | 53 | 42,0 | eiSg | 53 | 56,3 |
| 295 | Clermont | | | | eSg | 54 | 51 |
| 376 | Lormes | ePn | 54 | 14,9 | eSg | 55 | 07,4 |
| | Lormes | ePg | 54 | 25,5 | | | |
| 376 | St-Saulge | ePn | 54 | 15,2 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées (tables d'Haslach) : 44°20' ± 1'N, 6°15'0 E ± 2', H = 18 h. 53 mn. 21,9 s.

Le point calculé se trouve situé environ à 25 km au nord de Digne et à 8 km au sud-ouest de Seyne-des-Alpes;

104. - 7 juin 1966 à 02 h. 52 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°19'N, 6°15'E

Réplique du séisme précédent. Le calcul fournit exactement le même épicentre. Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|
| 65 | Isola | iPg | 02 h. 52 mn. | 50,4 s. | iSg | 02 h. 52 mn. | 58,6 s. |
| 80 | Cadarache | iPg | 52 | 53,7 | iSg | 53 | 04,7 |
| 85 | Monteynard | ePg | 52 | 53,8 | eSg | 53 | 04,0 |
| 89 | St-Paul | iPg | 52 | 53,3 | | | |
| 95 | Lorgues | iPg | 52 | 53,7 | | | |
| 113 | Monaco | ePg | 52 | 59,0 | eSg | 53 | 14,0 |
| 121 | Lanslevillard | eiPg | 53 | 00,0 | eiSg | 53 | 16,4 |
| 296 | Clermont | | | | eSg | 54 | 08,0 |
| 379 | Lormes | ePg | 53 | 42,8 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées (tables d'Haslach) : 44°18' ± 1'N, 6°15'4 ± 1'5 E, H = 02 h. 52 mn. 39,6 s.

105. - 2 juillet 1966 à 06 h. 15 mn. - Doubs : 47°4 N, 6°3 E

La secousse a été ressentie dans quelques localités du département du Doubs : 3 à Clerval et Rougemontot ; 2 à Mesandans, Montagney, Fontenotte, Accolans. Plusieurs localités du nord du département de la Haute-Saône ont également signalé une secousse : 4 à Faucogney, 3 à Villers-les-Luxeuil et Saint-Loup sur Semouze, 2 à Chatenois et Saulx. Il est possible qu'il y ait eu deux secousses d'origine différente.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|----|------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 33 | Besançon | eiPg | 06 h. 15 mn. | 30,0 s. | iSg | 06 h. 15 mn. | 33,3 s. |
| 63 | Haudompré | iPg | 15 | 34,8 | | | |
| 68 | Neuchâtel | ePg | 15 | 35,2 | eSg | 15 | 43,4 |
| 77 | Gr. Ballon | iPg | 15 | 36,8 | | | |

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 96 | Bâle | iPg | 06 h. 15 mn. | 39,0 s. | eSg | 06 h. 15 mn. | 51,0 s. |
| 128 | Champ du Feu | ePn | 15 | 43,2 | iPg | 15 | 45,7 |
| 136 | Feldberg | ePg | 15 | 45,8 | iSg | 16 | 01,5 |
| 167 | Strasbourg | | | | iSg | 16 | 10,5 |
| 189 | Lormes | ePn | 15 | 50 | ePg | 15 | 54,5 |
| 196 | Roselend | eiPg | 15 | 54,8 | i | 16 | 16,8 |
| 216 | St-Sauige | ePn | 15 | 54,2 | ePg | 15 | 59,9 |
| 244 | Lanslevillard | ePg | 16 | 05 | iSg | 16 | 34,0 |
| 246 | Garchy | iPg | 16 | 05,5 | | | |
| 264 | Stuttgart | ePg | 16 | 07,2 | e | 16 | 36,8 |
| 431 | St-Paul | ePg | 16 | 36,5 | | | |
| 443 | Lorgues | ePg | 16 | 39,4 | | | |
| 496 | Saint-Sauveur | ePn | 16 | 31,2 | ePg | 16 | 48,2 |
| 529 | Folinière | ePn | 16 | 33 | ePg | 16 | 50,3 |

La secousse a en outre été faiblement inscrite à Tubingen, Dourbes, Warmfontaine, Kasperské Hory.

Le calcul de l'épicentre par ordinateur (Tables d'Haslach) a fourni les résultats suivants : $47^{\circ}26'6 \pm 1'0$ N, $6^{\circ}19'7 \pm 1'3$ E ; H = 06 h. 15 mn. 22,7 s. Le point calculé, à 4 km au sud-ouest de Rougemont (Doubs) est situé entre les localités de Montagney et de Mésandans où la secousse a été faiblement ressentie.

Les autres déterminations suivantes ont été publiées :

a) Coast and Geodetic Survey :

$47^{\circ}7$ N, $6^{\circ}3$ E, H = 06 h. 15 mn. 22,5 s.

b) International Seismological Center (Bulletin, July 1966, p. 16) :

$47^{\circ}39 \pm 0^{\circ}35$ N, $6^{\circ}5 \pm 0^{\circ}11$ E, H = 06 h. 15 mn. 21 s. $\pm 1,2$ s.

106. - 10 juillet 1966 à 03 h. 45 mn. - Doubs : $47^{\circ}4$ N, $6^{\circ}3$ E

Nouvelle secousse dans le nord du département du Doubs, faiblement ressentie 3 à Aissey, Montagney et Rougemont ; 2 à Vellevans, Chazelot, La Bretenière, Trouvans, Rillans et Rang ; la secousse a été signalée dans le canton de Montbozon (Haute-Saône), 2 à Verchamp et Cognières ; 120 réponses négatives. Comme pour la secousse du 2 juillet 1966 (n° 105) il n'y a pas d'épicentre macroséismique net.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|
| 30 | Besançon | ePg | 03 h. 45 mn. | 21,6 s. | iSg | 03 h. 45 mn. | 25,4 s. |
| 67 | Haudompré | iiPg | 45 | 26,0 | | | |
| 67 | Neuchâtel | ePg | 45 | 26,6 | eSg | 45 | 34,9 |
| 81 | Gr. Ballon | iiPg | 45 | 28,1 | | | |
| 98 | Bâle | iPg | 45 | 31,7 | eSg | 45 | 42,4 |
| 131 | Champ du Feu | ePn | 45 | 34,4 | iPg | 45 | 36,9 |
| 139 | Feldberg | ePn | 45 | 37,1 | iSg | 45 | 52,9 |
| | Feldberg | ePg | 45 | 38,9 | | | |
| 170 | Strasbourg | ePg | 45 | 43 | eiSg | 46 | 03,2 |
| 187 | Lormes | ePn | 45 | 41,7 | eSg | 46 | 07,0 |
| 193 | Roselend | eiPn | 45 | 42,9 | iSg | 46 | 09,1 |
| | Roselend | eiPg | 45 | 46,6 | | | |
| 214 | St-Saulge | ePn | 45 | 45,2 | | | |
| 240 | Lanslevillard | ePg | 45 | 55,4 | eiSg | 46 | 23,7 |
| 244 | Garchy | iPg | 45 | 56,0 | | | |
| 268 | Stuttgart | ePg | 45 | 58,6 | i | 46 | 28,1 |
| 276 | Monteynard | eiPg | 46 | 02 | eiSg | 46 | 33 |
| 284 | Heidelberg | ePg | 46 | 03 | eSg | 46 | 41 |
| 324 | Dourbes | ePn | 46 | 02,1 | eSg | 46 | 47,2 |
| | Dourbes | ePg | 46 | 11,2 | | | |
| 428 | St-Paul | ePn | 46 | 13,9 | | | |
| 439 | Lorgues | ePn | 46 | 15,2 | | | |
| 496 | St-Sauveur | ePg | 46 | 39 | | | |
| 528 | Folinière | ePn | 46 | 24,7 | | | |
| 530 | Moxa | | | | eSg | 47 | 48 |
| 546 | Gorron | ePn | 46 | 26,6 | | | |
| 652 | Collm | | | | eSg | 48 | 27 |
| 682 | Bagnères | | | | eSg | 48 | 35 |

Le calcul de l'épicentre par ordinateur (tables d'Haslach) a fourni les résultats suivants : 47°24'3 ± 0'9 N, 6°18'5 ± 1'3 E, H = 03 h, 45 mn, 14,1 s.

Le point calculé est situé à 9 km au sud-ouest de Rougemont et à 5 km de l'épicentre de la secousse du 2 juillet 1966 qui peut être considérée comme la secousse principale. L'épicentre calculé pour le 10 juillet est situé entre les quatre localités de Rougemont, La Bretenièrre, Trouvans et Rillans où la secousse a été faiblement ressentie.

Une détermination épicentrale a été publiée par l'International Seismological Center (Bulletin, July 1966, p. 103-104) : 47°3 ± 0'12 N, 6°5 ± 0'19 E, H = 03 h, 45 mn, 17 s. ± 1,2 s.

Il est probable que les foyers des secousses du 2 et du 10 juillet sont en relation avec la grande faille, de direction SW-NE, qui a orienté le cours de la rivière l'Ognon.

Un épicentre microsismique avait déjà été déterminé dans la même région le 8 février 1947 à 10 h, 21 mn. (47°5 N, 6°3 E).

Par ailleurs un essaim de secousses s'était produit en 1955 dans la région de Montarlot (47°4 N, 6°0 E), à une vingtaine de kms à l'ouest des foyers de 1966.

107. - 3 août 1966 à 00 h, 55 mn. - Haute-Savoie : 46°1 N, 6°7 E

Pas d'observations macrosismiques. La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires.

| Km | | | 00 h. 56 mn. 06,5 s. | | | 00 h. 56 mn. 25,6 s. | |
|-----|---------------|------|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 50 | Roselend | iPg | 56 | 13,2 | eSg | 56 | 27 |
| 96 | Lanslevillard | iPg | 56 | 15 | eSg | 56 | 27 |
| 99 | Neuchâtel | ePg | 56 | 24,4 | iSg | 56 | 45,2 |
| 151 | Monteynard | eiPn | 56 | 25,0 | | | |
| | Monteynard | iPg | 56 | 36,3 | eSg | 57 | 12,0 |
| 250 | Lormes | ePn | 56 | 38,5 | eSg | 57 | 16,6 |
| 266 | St-Saulge | ePn | 56 | 40,5 | eSg | 57 | 20,4 |
| 286 | St-Paul | ePn | 56 | 42,1 | eSg | 57 | 25,0 |
| 299 | Lorgues | ePn | 56 | 49,0 | | | |
| 344 | Toulx | ePn | 56 | | | | |

La secousse a en outre été inscrite à Bâle, au Champ du Feu et à Haudompré (Sg-Pg : 25,5 s.).

L'épicentre calculé (46°08' ± 2'N, 6°40'5 ± 4'5 E ; H = 00 h, 55 mn, 58,1 s.) est situé en Haute-Savoie, au nord de Samoëns, où une secousse avait déjà été ressentie le 21 septembre 1964 (voir plus haut n° 67).

108. - 23 août 1966 à 19 h, 14 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°4 N, 6°3 E

Pas d'observations macrosismiques. La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires.

| Km | | | 19 h. 14 mn. 34,4 s. | | | 19 h. 14 mn. 53,0 s. | |
|-----|---------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 68 | Isola | iPg | 14 | 41,8 | | | |
| 103 | St-Paul | iPg | 14 | 39,8 | iSg | 15 | 01,5 |
| 107 | Lanslevillard | iPg | 14 | 43,3 | | | |
| 110 | Lorgues | iPg | 14 | 45,5 | iSg | 15 | 56 |
| 121 | Monaco | iPg | 14 | | eSg | 16 | 14,4 |
| 314 | Besançon | | | | iSg | 16 | 11,1 |
| 359 | Bâle | | | | iSg | 16 | 11,9 |
| 366 | Lormes | | | | eSg | 16 | 44 |
| 367 | St-Saulge | iPg | 15 | 26,5 | | | |
| 475 | Strasbourg | ePn | 15 | 26 | | | |
| | Strasbourg | ePg | 15 | 47 | | | |
| 535 | Bagnères | ePn | 15 | 35,5 | | | |
| 672 | St-Sauveur | iPn | 15 | 54,3 | | | |
| 701 | Gorron | iPn | 15 | 57,9 | | | |
| 705 | Folinière | iPn | 15 | 58,4 | | | |

La secousse a en outre été inscrite à Monteynard, Clermont et Toulx. L'épicentre calculé (44°26'5 ± 2'N, 6°16'5 ± 3'E ; H = 19 h, 14 mn, 24,7 s.) se trouve dans le département des Basses-Alpes au voisinage immédiat du barrage de Serre-Ponçon. Il pourrait s'agir d'un séisme artificiel ; on notera cependant que le premier remplissage du réservoir (1200 millions de m³) a commencé le 16 novembre 1959 et s'est achevé le 8 juillet 1961. Aucune activité sismique n'a été signalée dans cette région entre 1961 et 1966.

Une détermination épicentrale a été publiée par l'International Seismological Center (Bulletin, vol. 3, n° 9, August 1966, p. 148) : $44^{\circ}4 \pm 0^{\circ}19$ N, $6^{\circ}6 \pm 0^{\circ}22$ E, H = 19 h, 14 mn. $22 \pm 2,0$ s.

109. - 24 août 1966 à 20 h. 47 mn. - Barrage de Monteynard : $44^{\circ}57'$ N, $5^{\circ}40'$ E

La secousse du 24 août 1966 est la plus importante des répliques ressenties au barrage de Monteynard depuis la secousse principale du 25 avril 1963 à 13 h. 36 mn. (voir plus haut n° 31). Une carte d'isocésistes a été tracée (figure 32) d'après 157 questionnaires dont 40 positifs.

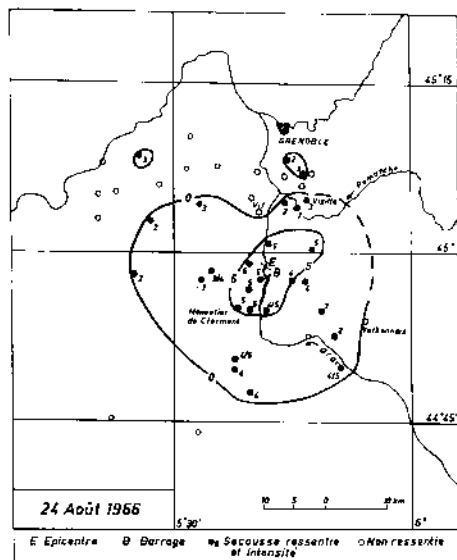


Figure 32 -

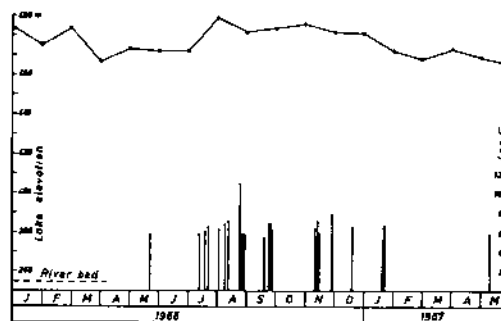


Figure 33 - Lac-barrage de Monteynard ; variations du niveau d'eau et activité sismique (énergie libérée en joules, d'après E. Peterschmitt).

On a noté l'intensité 5 à Sinard, Saint-Paul-les-Monestier, Treffort, Notre-Dame de Commiers, Le Monestier-de-Clermont, La Cluze-et-Paquier, Avignonet, Cholonge ; 4-5 à Marcieu, Saint-Martin de Clelles, Cordenc. La surface macroséismique est d'environ 1050 km². L'épicentre macroséismique ($44^{\circ}58'$ N, $5^{\circ}40'$ E) coïncide comme en 1963 avec le lac-barrage de Monteynard. La secousse s'est produite alors que le niveau du lac était maximum (figure 33). Voir aussi : J.P. Rothé, Earthquakes and Reservoirs loadings, Proceedings of the Fourth World Conference of Earthquake Engineering, Santiago-de-Chile, 1969, vol. I, pp. 28-38c). Les relations entre le remplissage du lac-barrage de Monteynard et l'activité sismique ont été étudiées plus haut (voir n° 31).

La secousse du 24 août 1966 a été inscrite dans de nombreux observatoires. Un calcul à l'ordinateur basé sur 30 données (ondes Pn et Pg) a été effectué (Hoang-Trong-Pho, Détermination des épicentres ; étude des résidus des temps de propagation, diplôme d'ingénieur-géophysicien n° 131, Université de Strasbourg). Il a fourni pour l'épicentre les résultats suivants : $44^{\circ}57' \pm 1'$ N, $5^{\circ}41' \pm 2'$ E ; H = 20 h, 47 mn, 04,1 s. $\pm 0,3$ s. ; profondeur du foyer : 0 km.

Un calcul plus complet est basé sur les données suivantes :

| Km | | | | O - C | | | | O - C |
|-----|---------------|-----|----------------------|-------|------|----------------------|-------|-------|
| - | Monteynard | iPg | 20 h. 47 mn. 04,1 s. | - | | | | |
| 108 | Lanslevillard | iPg | 47 20,4 | - 2,4 | iSg | 20 h. 47 mn. 32,3 s. | - 2,4 | |
| 113 | Roselend | iPn | 47 21,5 | - 3,4 | iSg | 47 39,4 | + 1,6 | |
| | Roselend | iPg | 47 24,3 | + 0,6 | | | | |
| 142 | Isola | iPn | 47 25,8 | - 2,7 | iPg | 47 28 | - 0,6 | |
| 177 | Lorgues | iPn | 47 31,6 | - 1,1 | iPg | 47 33,0 | - | |
| 177 | St-Paul | iPn | 47 31,5 | - 1,2 | iPg | 47 33,0 | - | |
| 193 | La Mourre | iPn | 47 34,2 | - | eiPg | 47 35,8 | - | |
| 198 | Monaco | iPn | 47 37,3 | + 2,0 | iSn | 48 00,3 | - | |
| | Monaco | iPg | 47 41,8 | + 3,7 | iSg | 48 05,5 | + 2,8 | |

| Km | | | | | | | | | O - C |
|-----|--------------|-------|----------------------|------|-------|-------|----------------------|------|-------|
| 216 | Clermont | iPg | 20 h. 47 mn. 41,0 s. | - | | | | | |
| 256 | Besançon | ePg | 47 | 48,2 | + 0,2 | eSg | 20 h. 48 mn. 24,4 s. | | + 4,4 |
| 259 | Buteaux | iPn | 47 | 42,6 | - 0,2 | | | | |
| 290 | St-Saulge | iPn | 47 | 47,4 | + 0,8 | | | | |
| 291 | Lormes | iPn | 47 | 46,5 | - 0,2 | | | | |
| 304 | Toulx | iPn | 47 | 48,6 | + 0,3 | | | | |
| 324 | Bâle | iPg | 48 | 00,1 | + 0,5 | e(Sg) | 48 | 34 | - 5,9 |
| 326 | Garchy | iPg | 48 | 00,2 | + 0,3 | eSg | 48 | 38,0 | - 2,5 |
| 344 | Haudompré | iPn | 47 | 51,7 | - 1,3 | iPg | 48 | 00,0 | - 2,8 |
| 403 | Champ du Feu | iPn | 47 | 58,4 | - 1,8 | iPg | 48 | 11,2 | - 1,5 |
| 435 | Straasbourg | eiPg | 48 | 16,6 | - 1,7 | eSg | 49 | 14,5 | + 2,0 |
| 486 | Bagnères | ePg | 48 | 25 | - 2,0 | eSg | 49 | 23 | - 4,7 |
| 506 | Stuttgart | e(Pg) | 48 | 21,5 | - | eSg | 49 | 29 | - 4,6 |
| 561 | Furstenfeld. | ePg | 48 | 39 | - 0,7 | | | | |
| 576 | Dourbes | iPn | 48 | 21,9 | + 0,3 | iSg | 49 | 51,9 | - 2,3 |
| | Dourbes | i(Pg) | 48 | 48,4 | + 6,0 | | | | |
| 595 | St-Sauveur | iPn | 48 | 24,6 | + 0,8 | iPg | 48 | 42,2 | - 3,2 |
| 625 | Corron | iPn | 48 | 27,9 | + 0,4 | iSg | 50 | 04,8 | - 3,6 |
| 630 | Folinière | iPn | 48 | 28,6 | + 0,6 | i | 49 | 59,9 | - |
| 760 | Kasperské H. | eiPn | 48 | 46,5 | + 2,5 | eiPg | 49 | 13,0 | - 0,6 |
| 775 | Moxa | ePg | 49 | 19,0 | + 3,1 | | | | |
| 897 | Wien | | | | | iSg | 51 | 27 | - 1,3 |

Coordonnées de l'épicentre calculé : 44°57'4 ± 2'0 N, 5°37'5 ± 2'6 E, H = 20 h. 47 mn. 04,6 s. ± 0,6 s. ; profondeur : 0 km.

L'épicentre microsismique est, compte tenu de la précision du calcul, très voisin de l'épicentre macrosismique, au voisinage même du lac-barrage de Monteynard.

110. - 5 janvier 1967 à 16 h. 35 mn. - Chablais : 46°1 N, 6°5 E

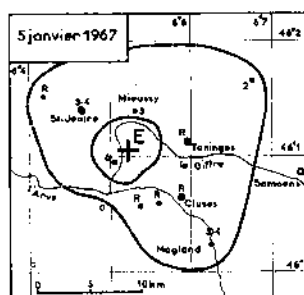


Figure 34 -

L'enquête macrosismique a été faite tardivement après qu'une première détermination d'épicentre ait été obtenue par le calcul. La secousse a été ressentie 5-6 à Marignier (c. de Saint-Jeoire) (fissure d'un mur, tintement de pendules ; à l'usine du Giffre on a cru à une explosion), 4 à Saint-Jeoire, 3 à Mieussy (c. de Taninges), 3 à Magland et à Cluses (c. de Cluses), 2 aux Gets (c. de Taninges) ; la secousse a également été ressentie à Taninges, Scionzier, Viuz-en-Sallaz et Marnaz ; par contre des réponses négatives ont été reçues de Samoens et Sixt (c. de Samoens), Mont-Saxonnex et Petit-Bornand (c. de Bonneville), Le Blot (ch. l. c.), Grand-Bornand et La Clusaz (c. de Thones). La surface macrosismique (figure 34) est d'environ 450 km² (R = 12 km). L'épicentre macrosismique est situé à proximité de Marignier (46°06'N, 6°31'E) dans le Chablais. Le foyer se trouve probablement dans les terrains autochtones sous la nappe des Préalpes médianes.

La secousse a été enregistrée dans de nombreux observatoires :

| Km | | | | | O - C | | | O - C | |
|-----|---------------|------|----------------------|--------|--------|----------------------|----|--------|--------|
| 53 | Roselend | iPg | 16 h. 35 mn. 09,1 s. | - 0,89 | iSg | 16 h. 35 mn. 15,5 s. | | - 1,13 | |
| 100 | Neuchâtel | ePg | 35 | 17,6 | - 0,33 | | | | |
| 102 | Lanslevillard | ePg | 35 | 17,0 | - 1,22 | iSg | 35 | 29,0 | - 1,99 |
| 127 | Besançon | eiPg | 35 | 23,3 | 0,86 | | | | |
| 145 | Monteynard | iPg | 35 | 27,3 | 1,65 | iSg | 35 | 44,0 | 0,11 |
| 175 | Bâle | ePg | 35 | 30,8 | 0,15 | | | | |
| 188 | Servance | ePn | 35 | 29,6 | - 0,83 | iPg | 35 | 31,5 | - 1,25 |
| 205 | Haudompré | ePn | 35 | 32,2 | - 0,41 | iPg | 35 | 35,4 | - 0,41 |
| 212 | Buteaux | iPn | 35 | 33,1 | - 0,38 | iPg | 35 | 36,0 | - 1,02 |
| 223 | Isola | iPn | 35 | 36,7 | 1,88 | | | | |
| 236 | Lormes | eiPn | 35 | 36,9 | 0,61 | iPg | 35 | 41,1 | 0,17 |
| 251 | St-Saulge | eiPn | 35 | 38,1 | - 0,04 | iPg | 35 | 43,6 | 0,13 |
| 256 | Champ du Feu | ePn | 35 | 37,7 | - 1,06 | iPg | 35 | 45,6 | 1,26 |
| 266 | Clermont | ePg | 35 | 45,5 | - 0,42 | | | | |

| Km | | | | | | | O - C |
|-----|--------------|-----|----------------------|--------|------|----------------------|--------|
| 280 | Monaco | iPg | 16 h. 35 mn. 48,6 s. | 0,25 | | | |
| 289 | St-Paul | ePn | 35 43,3 | 0,57 | iPg | 16 h. 35 mn. 49,7 s. | - 0,15 |
| 300 | Lorgues | iPn | 35 44,5 | 0,35 | iPg | 35 52,5 | 0,66 |
| 310 | La Mourre | ePn | 35 47,5 | 2,15 | eiPg | 35 53,5 | 0,07 |
| 460 | Dourbes | iPn | 36 02,4 | - 1,26 | | | |
| 628 | Kasperské H. | ePg | 36 49,5 | 2,24 | | | |

Le calcul (tables d'Haslach) a fourni les résultats suivants : $46^{\circ}09'4 \pm 0'7$ N, $6^{\circ}28'7 \pm 1'8$ E, H = 16 h. 35 mn. 00,93 s. $\pm 0,19$.

Les distances ci-dessus sont indiquées par rapport à l'épicentre microsismique qui est, compte tenu de la précision du calcul, pratiquement confondu avec l'épicentre macrosismique. Les différences O-C (temps observé - temps calculé) sont en général très faibles.

Le bulletin de l'International Seismological Center (vol. 4, Number 1, p. 117) contient la détermination suivante : $46,07^{\circ} \pm 0,098^{\circ}$ N, $6,7^{\circ} \pm 0,21^{\circ}$ E ; H = 16 h. 35 mn. 01 s. $\pm 1,2$ s. ; h = 0 km.

111. - 14 janvier 1967 à 12 h. 29 mn. et 24 janvier 1967 à 03 h. 23 mn. - Corse : $42^{\circ}5$ N, $9^{\circ}5$ E.

Ces deux secousses ont été signalées par la station météorologique de l'aérodrome de Bastia-Poretta (commune de Lucciana). La secousse du 14 janvier a été perçue par les passagers de l'aérogare, celle du 24 janvier par la tour de contrôle. Il n'a pas été fait d'enquête.

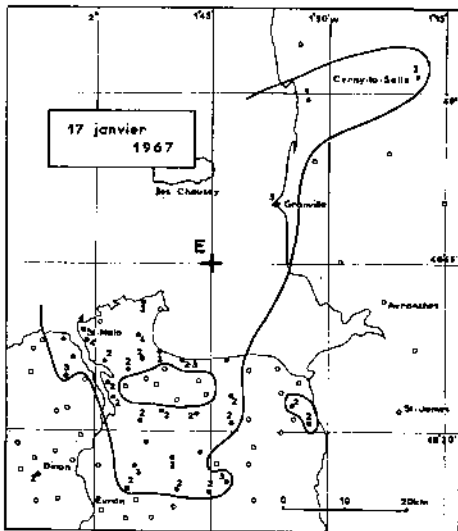
La secousse du 14 janvier a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|------|----------------------|--|
| 215 | Monaco | e | 12 h. 30 mn. 40,2 s. | | | |
| 255 | St-Paul | ePn | 30 23,0 | | | |
| 265 | Isola | iPn | 30 25,8 | | | |
| 275 | Lorgues | ePn | 30 26,2 | | | |
| 370 | Lanslevillard | ePn | 30 39 | eiPg | 12 h. 30 mn. 43,2 s. | |
| 410 | Monteynard | e | 30 44 | | | |
| 420 | Roselend | ePn | 30 47 | eiSn | 30 47 | |
| 690 | Lormes | ePn | 31 18,2 | | | |

Un épicentre sur la côte orientale de la Corse, au sud de Bastia, est possible : $42^{\circ}5$ N, $9^{\circ}5$ E, H = 12 h. 29 mn. 47 s.

Les distances ci-dessus sont indiquées à partir de l'épicentre microsismique.

112. - 17 janvier 1967 à 06 h. 08 mn. - Baie du Mont Saint-Michel : $48^{\circ}75$ N, $1^{\circ}75$ W



Enquête macrosismique : 120 questionnaires envoyés, 105 réponses sont 35 positives.

La surface macrosismique (figure 35) atteint environ 2000 km² (R = 25 km). L'intensité n'a pas dépassé le degré 4 qui a été noté à Saint-Malo, Saint-Servan, Saint-Méloir (c. de Cancale), Bonnemain (c. de Combourg). L'épicentre macrosismique se trouve probablement en mer au large du cap Fréhel vers $48^{\circ}45'$ N, $1^{\circ}45'$ W.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

Figure 35 -

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|-------|--------------|---------|--|
| 79 | Gorron | ePg | 06 h. 09 mn. | 08,6 s. | | | | |
| 92 | Folinière | ePg | 09 | 10,8 | | | | |
| 122 | St-Sauveur | ePg | 09 | 15,5 | | | | |
| 394 | Garchy | ePn | 09 | 49,1 | iSg | 06 h. 10 mn. | 49,2 s. | |
| | Garchy | ePg | 10 | 01,9 | | | | |
| 434 | St-Saulge | eFn | 08 | 54,1 | eSg | 11 | 00,0 | |
| | St-Saulge | ePg | 10 | 09,2 | | | | |
| 450 | Lormes | eFn | 08 | 55,6 | eSn | 10 | 45,2 | |
| | Lormes | ePg | 10 | 10,7 | eSg | 11 | 02,9 | |
| 602 | Haudompré | e | 10 | 36,5 | iSg | 11 | 54,0 | |
| 663 | Gd Ballon | e | 10 | 45,3 | i(Sb) | 11 | 58,7 | |
| 666 | Champ du Feu | | | | eSg | 12 | 05 | |
| 718 | Roselend | e | 12 | 15 | eSg | 12 | 20 | |

Heure origine calculée : H = 06 h. 08 mn. 55 s. Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique, vitesse moyenne de l'onde Pg : 5,9 km/s.

113. - 19 janvier 1967 à 04 h. 35 mn. - Bas-Rhin : 48°44'N, 7°41'E

La secousse a été ressentie dans 3 communes aux environs de Brumath (3-4 à Donnenheim et Krautwiller, 3 à Brumath) et dans deux localités isolées plus éloignées (3 à Gries, 3 à Alteckendorf) ; 33 réponses négatives en provenance en particulier de communes du canton de Brumath (Bernolsheim, Bietlenheim, Eckwersheim, Geudertheim, Hoerd, Kriegsheim, Kurtzenhouse, Mommenheim, Olwisheim, Vendenheim, Weyersheim), du canton de Hochfelden (Hochfelden, Waltenheim, Wingersheim, etc...) et du canton de Haguenau (Haguenau, Niederschaeffolsheim, etc...). L'épicentre est probablement voisin de Brumath (48°44'N, 7°41'E), à proximité du tracé supposé de la grande faille rhénane, faille qui forme la limite orientale du champ de fractures de Saverne.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|-------|-----|--------------|-------|--|
| 16 | Strasbourg | ePg | 04 h. 35 mn. | 37 s. | ei | 04 h. 35 mn. | 53 s. | |
| 48 | Champ du Feu | iPg | 35 | 41,4 | iSg | 35 | 48,6 | |
| 102 | Grand Ballon | ePn | 35 | 52,1 | iSg | 36 | 06,8 | |
| | Grand Ballon | iPg | 35 | 53,2 | | | | |
| 105 | Tübingen | | | | eSg | 36 | 03,3 | |
| 108 | Heidelberg | ePg | 35 | 51,4 | eSg | 36 | 06 | |
| 112 | Stuttgart | iPg | 35 | 52,9 | iSg | 36 | 05,0 | |
| 127 | Haudompré | iPn | 35 | 53,3 | iSg | 36 | 09,1 | |
| | Haudompré | iPg | 35 | 55,6 | | | | |
| 326 | Lormes | ePn | 36 | 19,4 | eSg | 37 | 07,4 | |
| 357 | St-Saulge | ePg | 36 | 35,3 | eSg | 37 | 17,1 | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique. Heure origine calculée : H = 04 h. 35 mn. 33,5 s.

114. - 26 janvier 1967 à 03 h. 00 mn. - Beaumont : 43°44'N, 5°39'E

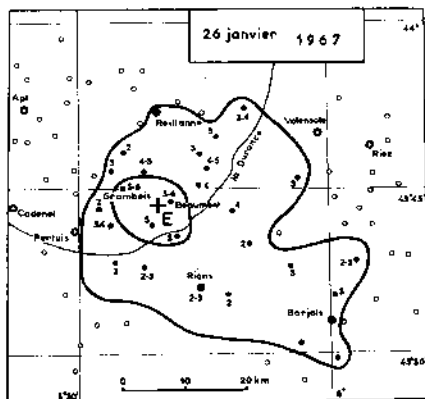


Figure 36 -

Enquête macroséismique : 136 questionnaires envoyés dans les 4 départements intéressés par la secousse (Vaucluse, Alpes de Haute-Provence, Var et Bouches-du-Rhône) ; 115 réponses dont 28 positives. La surface macroséismique est bien définie (figure 36) et couvre environ 1250 km² (R = 20 km). On a noté l'intensité 5-6 à Beaumont (chute d'objets) et à Grambois (tintement de cloches, très fort bruit souterrain pendant la secousse), 5 à Mirabeau (Vaucluse) et Saint-Paul (Bouches-du-Rhône), 4-5 à la Bastide des Jourdans (Vaucluse), Sainte-Tulle (Alpes de Haute-Provence), 4 à Vinon et Corbières (Alpes de Haute-Provence).

L'épicentre macroséismique est probablement situé entre les villages de Beaumont et de Grambois, au foyer du séisme destructeur du 20 mars 1812 ; voir aussi plus haut 8 juin 1961 (n° 8) et 25 avril 1966 (n° 101).

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-------|--------------|---------|-----|--------------|--------|
| 10 | Cadarache | iPg | 03 h. 00 mn. | 29,8 s. | | | |
| 123 | Isola | iPn | 00 | 46,6 | | | |
| 136 | Monteynard | iPg | 00 | 49,0 | eSg | 03 h. 01 mn. | 05,5 s |
| 198 | Lans | ePn | 00 | 58,3 | iSg | 01 | 24,6 |
| | Lans | ei | 01 | 00,3 | | | |
| 302 | Clermont | e(Sb) | 01 | 50 | i | 02 | 10,5 |
| 409 | St-Saulge | ePn | 01 | 25,0 | ePg | 01 | 37,1 |
| 415 | Lormes | ePn | 01 | 24,8 | ePg | 01 | 37,9 |
| 442 | Garchy | ePg | 01 | 42 | iSg | 02 | 35,0 |
| 475 | Haudompré | e(Pn) | 01 | 30 | iSg | 02 | 19,5 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique. Heure origine calculée : 03 h. 00 mn. 28 s. ; vitesse de l'onde Pn : 8,0 km/s ; vitesse de l'onde Pg : 5,95 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,55 km/s.

115. - 23 mars 1967 à 16 h. 05 mn. - Jura : 46°45'N, 5°45'E

Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|-------|-----|--------------|---------|
| 40 | Vouglans | ePg | 16 h. 05 mn. | 30 s. | | | |
| 135 | Roselend | | | | iSg | 16 h. 06 mn. | 02,0 s. |
| 143 | Servance | ePn | 05 | 46,3 | iSg | 06 | 05,3 |
| | Servance | ePg | 05 | 47,5 | | | |
| 145 | Haudompré | ePn | 05 | 47,3 | iSg | 06 | 06,4 |
| | Haudompré | ePg | 05 | 49,0 | | | |
| 155 | Lormes | ePg | 05 | 48,6 | | | |
| 176 | St-Saulge | ePg | 05 | 53,7 | | | |
| 185 | Lans | iPn | 05 | 55,2 | | | |

L'épicentre calculé (46°45'1 ± 1'3 N, 5°45'7 ± 2'8 E, H = 16 h. 05 mn. 23,3 s.) est situé dans le Jura à 10 km à l'ouest de Champagnole. Il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel (exploitation de carrières).

116. - 8 avril 1967 à 12 h. 47 mn. - Puy-de-Dôme : 46°0 N, 2°9 E

Une large enquête macroséismique (165 questionnaires) indique que la secousse enregistrée dans plusieurs observatoires n'a pas été ressentie ou peut-être confondue avec les effets d'un des nombreux passages du mur du son effectués par des avions dans la région. A Menat (Puy-de-Dôme) quelques personnes ont entendu un bruit sourd à l'heure du séisme ; la réponse de la commune de Velnat paraît s'appliquer à un passage du mur du son à 10 h. 50 mn. (et non 12 h. 47 mn.). Toutes les autres réponses (142) sont négatives.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|
| 29 | Clermont | ePg | 12 h. 47 mn. | 05 s. | | | |
| 144 | Garchy | ePn | 47 | 25,2 | iSg | 12 h. 47 mn. | 43 s. |
| 158 | Lormes | ePg | 47 | 27,1 | eSg | 47 | 45,5 |
| 214 | Vouglans | eiPg | 47 | 37,5 | i | 48 | 06 |
| 244 | Monteynard | iPg | 47 | 40,5 | e | 48 | 06,5° |
| 289 | Roselend | ePg | 47 | 48,5 | iSg | 48 | 19,8 |
| 342 | Haudompré | ePn | 47 | 49,2 | iSg | 48 | 39,0 |
| | Haudompré | iPg | 47 | 57,6 | | | |
| 358 | Servance | ePn | 47 | 51,3 | iSg | 48 | 42,5° |
| | Servance | ePg | 48 | 01,1 | | | |
| 369 | St-Sauveur | ePn | 47 | 52,5 | eSg | 48 | 42,5° |
| 391 | Gorron | ePn | 47 | 54,9 | eSg | 48 | 50,1° |
| | Gorron | ePg | 48 | 05,8 | | | |
| 393 | Bagnères | ePg | 48 | 10 | eiSg | 48 | 52° |
| 394 | Bâle | | | | eSg | 48 | 53° |
| 401 | Folinière | ePn | 47 | 56,8 | eSn | 48 | 42,5 |
| 402 | St-Paul | ePn | 47 | 55,5 | | | |
| 424 | Champ du Feu | ePg | 48 | 11,0 | eSg | 49 | 01,5° |

L'épicentre calculé, de coordonnées : $46^{\circ}00' \pm 2'N$, $2^{\circ}56' \pm 2'E$, (H = 12 h. 46 mn. 59,4 s. \pm 0,5 s.) est situé aux environs de Manzat (Puy de Dôme) et à quelques kilomètres à l'ouest du lac-cratère de Tazenat. * Les temps d'arrivée de la phase Sg indiqués ci-dessus par une astérisque sont en général en avance de 2 à 4 s. sur les temps calculés et n'ont pas été utilisés pour le calcul de l'épicentre.

117. - 14 avril 1967 à 06 h. 35 mn. - Maine-et-Loire : $47^{\circ}3' N$, $0^{\circ}4' W$

Pas de renseignements macroséismiques ; secousse enregistrée dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 125 | Gerron | ePg | 06 h. 36 mn. 09,0 s. | iSg | 06 h. 36 mn. 24,3 s. | | |
| 143 | St-Sauveur | iPg | 36 12,1 | iSg | 36 31,2 | | |
| 162 | Folinière | iPg | 36 14,3 | iSg | 36 35,4 | | |
| 263 | Garchy | ePn | 36 26,5 | iSg | 37 03,2 | | |
| 295 | St-Saulge | ePg | 36 37,9 | iSg | 37 11,2 | | |
| 320 | Lormes | iPg | 36 41,7 | iSg | 37 17,7 | | |
| 315 | Clermont | eSg | 37 17,5 | e | 38 31,5 | | |
| 565 | Roselend | eSg | 38 27 | | | | |

L'épicentre calculé ($47^{\circ}3' N$, $0^{\circ}4' W$, H = 06 h. 35 mn. 47 s.) est situé aux environs de Thouarcé, entre Angers et Saumur.

118. - 15 mai 1967 à 19 h. 55 mn. - Gardanne : $43^{\circ}25'N$, $5^{\circ}29'E$

Important coup de toit dans le Bassin de Gardanne ; violent ébranlement en surface ; au fond projections sur 50 m avec décollement au toit dans la "Grande Mine" ; dégagement de grisou (coordonnées : X = 128,70 ; Y = 855,780).

La secousse a été enregistrée par quelques stations (Isola : Pg, 19 h. 56 mn. 01,5 s. ; Monteynard : Pg, 19 h. 56 mn. 10 s. ; Roselend : Pg, 19 h. 56 mn. 21 s. ; Lormes : Sg, 19 h. 57 mn. 43,5 s. ; inscrite à Bagnères, Toulx, Clermont). Heure origine calculée : 19 h. 55 mn. 35 s.

D'autres coups de toit, non inscrits, ont été signalés en 1967 : 17 janvier vers 11 h. 10 mn. ; 19 janvier vers 09 h. 50 mn. ; 3 février vers 13 h. 20 mn. ; 9 février vers 01 h. 10 mn. ; 22 mars, vers 11 h. 15 mn. ; 3 mai vers 8 h. 20 mn. ; 6 septembre vers 08 h. 30 mn. ; 2 octobre vers 15 h. 20 mn. ; 7 octobre vers 11 h. 30 mn. ; 3 novembre vers 16 h. 45 mn.

119. - 22 juin 1967 à 01 h. 29 mn. - Loire-Atlantique

Faible secousse signalée par la station météorologique de Soudan ($47^{\circ}44'N$, $1^{\circ}19'W$). Pas d'autres renseignements.

120. - 16 juillet 1967 à 14 h. 04 mn. - Côte d'Or : $47^{\circ}20'N$, $5^{\circ}20'E$

Enquête macroséismique : 438 questionnaires envoyés, 365 réponses dont 106 positives.

La secousse a été largement ressentie dans 5 départements (Côte d'Or, Jura, Haute-Saône, Doubs, Saône-et-Loire).

L'intensité 6 a été atteinte à Auxonne où deux cheminées et des tuiles sont tombées et à Marsannay-la-Côte (c. de Dijon-sud) où des fissures auraient été constatées à l'église. La zone d'intensité 5 comprend les localités suivantes dans le département de la Côte d'Or : Drambont, Etevaux, Marandeuil, Maxilly, Vonges (c. de Pontallier) ; l'Abergement, Magny-Montarlot, Poncey (c. d'Auxonne) ; Mirebeau ; Genlis et dans le département du Jura : Champagny, Montmirey, Pointre (c. de Montmirey-le-Château) ; Menotey (c. de Rochefort) ; Dôle.

L'épicentre macroséismique est situé entre Auxonne et Pontallier, au nord-ouest du petit horst granitique constitué par la Montagne de la Serre (figure 37). La secousse a été largement ressentie, en particulier dans la vallée de la Saône jusqu'à Lugny, Mâcon et Tramayes à plus de 120 km de l'épicentre (sur la carte figure 38 sont portés seulement les renseignements en provenance des chefs-lieux de canton). La surface macroséismique totale mesure environ 7000 km².

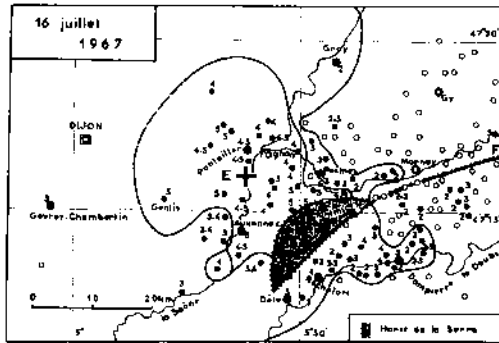


Figure 37 -

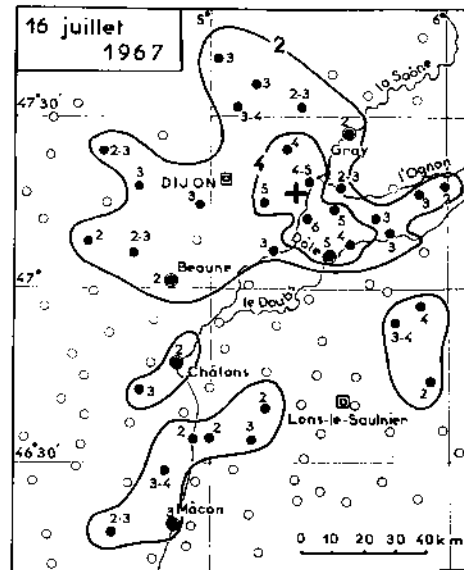


Figure 38 -

La secousse a été inscrite dans de nombreux observatoires :

| Km | | | | | | |
|------|--------------|-----|----------------------|-------|----------------------|--|
| 106 | Vouglans | iPg | 14 h. 04 mn. 28,0 s. | iSg | 14 h. 04 mn. 41,4 s. | |
| 108 | Haudompré | iPn | 04 28,6 | | | |
| 112 | Lormes | iPn | 04 29,4 | | | |
| 123 | Servance | iPn | 04 30,1 | | | |
| 128 | Neuchâtel | ePg | 04 31,5 | eSg | 04 47,0 | |
| 140 | St-Saulge | iPn | 04 32,8 | | | |
| 188 | Champ du Feu | iPn | 04 37,6 | | | |
| 206 | Roselend | iPn | 04 42,1 | i(Sg) | 05 15 | |
| 211 | Feldberg | ePg | 04 46,4 | eSg | 05 10,6 | |
| 230 | Strasbourg | ePn | 04 45 | | | |
| 257 | Lans | iPn | 04 45,7 | iPg | 04 50,3 | |
| 264 | Monteynard | iPn | 04 47 | i(Sg) | 05 23 | |
| | Monteynard | iPg | 04 54 | | | |
| 265 | Toulx | iPn | 04 47,8 | | | |
| 324 | Ravensburg | ePg | 05 09 | eSg | 05 46 | |
| 336 | Stuttgart | ePg | 05 05,0 | | | |
| 430 | St-Sauveur | iPn | 05 08,8 | ePg | 05 23,8 | |
| 437 | Lorgues | iPn | 05 09,8 | ePg | 05 23,8 | |
| 449 | La Mourre | iPn | 05 11,1 | ePg | 05 26,1 | |
| 463 | Folinière | iPn | 05 12,6 | | | |
| 478 | Gorron | iPn | 05 14,5 | | | |
| 625 | Bagnères | ePn | 05 31,4 | i(Sg) | 07 07,0 | |
| 645 | Kasperské | ePn | 05 36,5 | i | 07 13 | |
| 671 | Trieste | ePn | 05 39,2 | | | |
| 719 | Ljubljana | ePn | 05 45 | | | |
| 1070 | Eskdalemuir | ePn | 06 27,3 | | | |

L'épicentre calculé (Tables d'Haslach), de coordonnées $47^{\circ}19'7 \pm 1'0$ N, $5^{\circ}20'2 \pm 1'2$ E ; H = 14 h. 04 mn. 09,6 s. est voisin de l'épicentre macroséismique.

International Seismological Center (Bulletin, vol. 4, Nr 8, July 1967, p. 224) : $46^{\circ}9 \pm 0^{\circ}15$ N, $5^{\circ}3 \pm 0^{\circ}22$ E ; H = 14 h. 04 mn. 14 s. $\pm 1,6$ s. ; h = 20 km.

121. - 13 août 1967 à 22 h, 07 mn. - Arette : 43°05'N, 0°45'W

Le séisme d'Arette est le plus violent ressenti en France depuis celui de Provence du 11 juin 1909 ; sa magnitude (voisine de 5,8) est presque la même que celle du séisme d'Agadir (1960) et un peu inférieure à celle du séisme de Skopje (1963). Le bilan du séisme est lourd : 1 tué, une quinzaine de blessés, 62 communes déclarées sinistrées, 2283 immeubles atteints dont 340 irréparables, des dégâts matériels évalués à 20 millions de dollars (soit 10 milliards d'anciens francs).

Deux publications ont été consacrées au séisme d'Arette :

X. Piolle, Le tremblement de terre d'Arette, Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, t. XXXIX, Toulouse, 1968, pp. 369-396, 6 figures, trois planches.

J.P. Rothé et M. Vitart, Le séisme d'Arette et la sismicité des Pyrénées, C.R. 94e congrès Soc. Savantes (Pau 1969), tome II, Paris 1970, pp. 305-319, 9 figures.

Etude macrosismique

L'ampleur des dégâts à Arette, Lanne, Montory, Barlanès et Haux, le grand dérochement observé sur le flanc nord-ouest du pic d'Arguibelle, les nombreuses chutes de rochers dans la région de Haux, l'effondrement des murs en pierres sèches sur un tronçon bien défini de la route de Haux à Barlanès, la diminution rapide des effets sur la même route entre Barlanès et Dulon ont permis à J.P. Rothé de fixer l'épicentre macrosismique au voisinage du pic d'Arguibelle (43°05'N, 0°45'W).

Une enquête par questionnaires a été effectuée dans toutes les communes des départements des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques et dans les chefs-lieux de cantons de 19 autres départements du Sud-Ouest de la France : 1645 questionnaires ont été envoyés, 1191 réponses ont été reçues et exploitées et ont servi à établir les cartes figure 39 et figure 40.

On résumera ci-dessous les observations concernant les localités où l'intensité 6 a été atteinte ou dépassée. L'échelle suivante a été adoptée :

Intensité 6 : petites fissures dans les vieux immeubles, chute de plâtras, de quelques vieilles cheminées ; légères lézardes ; quelques chutes d'objets, de tuiles ou d'ardoises.

Intensité 6-7 : nombreuses fissures dans les murs ; chutes de tableaux ; cheminées endommagées ; chute de pans de murs.

Intensité 7 : nombreux dommages aux immeubles ; chutes de cheminées, de murs ; chute de rochers ou de pierres.

Intensités 7-8, et 8-9 : voir ci-dessous.

L'indication (S) signifie que la commune figure sur la liste des communes sinistrées, liste qui a fait l'objet d'un décret ministériel.

Arrondissement d'Oloron

Canton d'Aramits : 8-9 : Arette (S), nombreux effondrements partiels de constructions, plusieurs effondrements complets. La mauvaise qualité des maçonneries, en galets de tailles inégales et mal cimentés, a certainement accru l'ampleur des destructions ; cependant même dans les maisons de construction récente (p. ex. la villa du docteur Navailles) qui de l'extérieur pouvaient paraître intactes, les dégâts intérieurs, en particulier aux étages, n'étaient pas négligeables (chute de plâtras et de cloisons) ; à signaler de nombreuses rotations de croix et de chapiteaux dans le cimetière du village et la destruction de plusieurs calvaires ; le clocher de l'église s'est fendu en deux et a dû être abattu au cours de la journée du 15 août ; certaines cheminées sont restées intactes même sur des maisons endommagées et lézardées ; au château, par contre, les cheminées arrachées ont dans leur chute provoqué d'importants dégâts à la toiture. Les dégâts, dans le bourg d'Arette, étaient très inégalement répartis en fonction de la nature du sous-sol ; le quartier de la mairie est resté presque intact alors que le quartier bas au voisinage de la rivière Le Vert était très fortement touché (plusieurs maisons rasées). Les dommages diminuaient rapidement en direction du Sud : au quartier de la Mouline aucune maison n'est détruite ni même gravement endommagée ; à la Pierre-Saint-Martin les bergers ne ressentirent qu'une faible secousse. On trouvera dans les articles cités plus haut de X. Piolle et de J. Rothé et M. Vitart des photographies montrant l'ampleur des dégâts subis par le village d'Arette.

8 à Lanne (S) ; grands dommages aux immeubles, cloisons décollées, pans de murs effondrés, église fortement endommagée ; plusieurs fermes effondrées, éboulements en montagne ; au hameau le Barlanès plusieurs maisons en partie effondrées ; murs en pierres sèches renversés le long de la route de Lanne à Barlanès ; dégâts beaucoup plus faibles au hameau de Dulon.

7-8 à Aramits (S) : nombreux immeubles lézardés, église fortement endommagée ; fissures et lézardes à la gendarmerie.

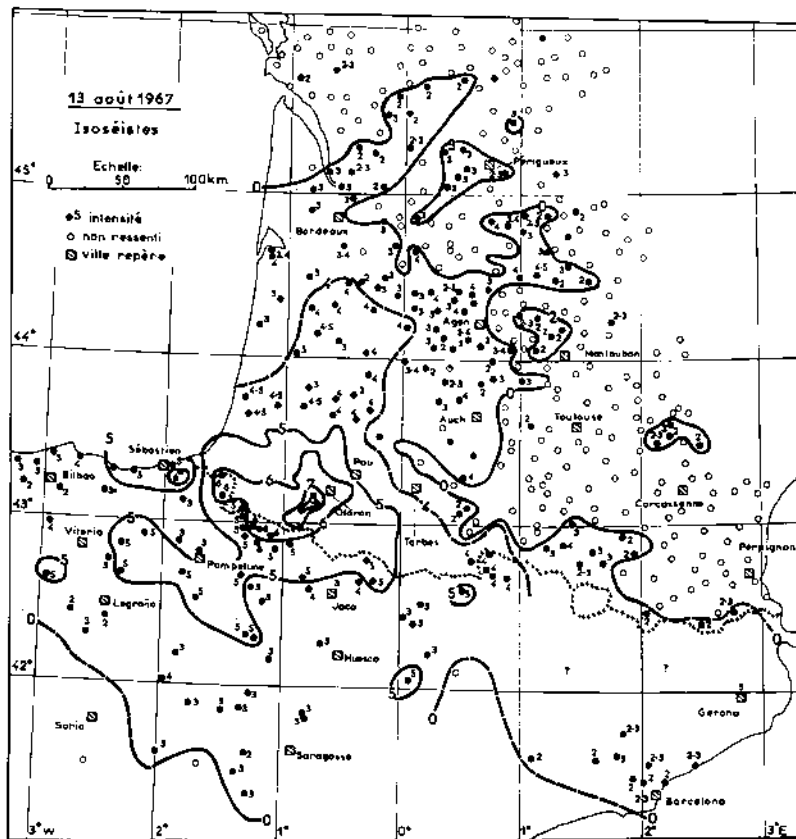


Figure 39 -

6-7 à Issor (S), Ance (S), Féas (S).

Canton d'Oloron-Sainte-Marie (Est) : 6-7 à Goès, Oloron (S) où deux voitures ont été écrasées par des chutes de cheminées, Estos, Verdets, Poey, Précilhon ; 6 à Escout (S), Herrère (S), Eacou, Ogen, Ledoux, Cardesse.

Canton d'Oloron-Sainte-Marie (Ouest) : 6-7 à Aren (S), Gens-d'Oloron (S), Gurmençon (S), Saint-Goin (S), Géronce (S), Agnos ; 6 à Asasp (S), Arros (S), Esquiule (S), Orin, Moumour.

Canton d'Accous : 6-7 à Lourdios-Ichère (S), Léas-Athas ; 6 à Lescun (S).

Canton de Tardets-Sorholus : 8 à Montory (S) où tous les immeubles ont été lézardés et 40 ont du être démolis ; 7-8 à Haux (S), dégâts importants à l'intérieur des maisons, nombreuses chutes de rochers ; 7 à Larrau (S), Trois-Villes (S), Sainte-Engrâce (S) où on a signalé d'énormes chutes de pierres, Alos-Sibas-Abense (S) ; 6-7 à Tardets-Sorholus (S), Licq-Athérey (S), Ossas-Suhare (S), Etchebar (S), Laquinge-Restoue (S) ; 6 à Sanguis-St-Etienne (S), Lacarry-Arhan-Charitte-de-Haut (S), Alcay-Alcabehty-Sunharette (S), Camou-Cihigue (S), Lichans-Sunhar (S).

Canton de Mauléon-Licharre : 6-7 à Barcus (S), Ordiap (S), Viados-Abense ; 6 à Gotein-Libarrenx (S), Arrast-Larrebieu (S) où l'église a été endommagée, Ainharp.

Canton d'Arudy : 6-7 à Sainte-Colome ; 6 à Louvie-Juzon, Bescat.

Canton de Navarrenx : 6-7 à Lay-Lamidou (S), Préchacq-Josbaig (S), Castetnau-Camblong, Dognen ; 6 à Navarrenx (S), Gurs (S), Ogenne-Camptort (S), Charre, Jasses, Bastanès.

Canton de Lasseube : 6-7 à Lasseube (S), Lasseubetat.

Canton de Nonain : 6 à Lucq-de-Béarn.

Canton de Sauveterre : 6-7 à Orriule, Castetbon ; 6 à Narp, Montfort.

Arrondissement de Bayonne

Canton de Saint-Jean-Pied-de-Port : 7 à Saint-Jean-le-Vieux (S) où une maison a dû être évacuée, Lecumberry (S) ; 6-7 à Bussunaritz-Sarrasquette (S), Ispoure (S), Ahaxe-Alciette-Bascassan (S) ; 6 à Behorleguy (S), Gamarthe (S), Mendive (S), Arneguy (S), Uhart-Cize, Jaxu.

Canton de Saint-Etienne-de-Baigorry : 6-7 à Irouléguy (S), Lasse ; 6 à Anhau (S), Ascarat (S), Saint-Etienne (S).

Canton de Iholdy : 6 à Irissary (S), Hosta.

Canton de Saint-Palais : 6 à Aicirits (S).

Arrondissement de Pau

Canton de Nay-Ouest : 6 à Pardies-Pietat (S), Bosdarros.

Canton de Pau-Ouest : 6 à Larouin (S).

Canton de Lagor : 6 à Loubieng, Abidos, Sauvelade.

Phénomènes particuliers

Plusieurs éboulements impressionnants -entraînant des rochers dépassant souvent 1 m³- se sont produits entre Arette et la Mouline (où une vingtaine de blocs passèrent sans les toucher entre les tentes du camp de vacances), au bord de la route de Tardets à Licq-Athérey à proximité de Laguinge, sur les versants nord et sud dominant le village de Haux où l'on pouvait à distance reconstituer la course des blocs au travers des fougères et des prés et surtout sur le flanc nord-ouest du pic d'Arguibel où on évalue à 300 m³ le volume du dérochement.

Dans la zone épicerale le régime hydrologique a été fortement perturbé ; un grand nombre de sources alimentant les fermes situées à mi-pente ont été tariées à Arette, Barcus, Lanne, Montory, Haux, Issor, Sainte-Engrâce, Licq-Athérey. Par contre des sources nouvelles apparurent dans les bas-fonds et le débit des ruisseaux augmenta anormalement. A Lourdiès-Ichère une source s'est "gazéifiée". A Montory les sources situées entre 250 m et 450 m d'altitude ont tari, celles situées plus bas ont augmenté de débit, celles situées au-dessus de 500 m n'ont pas varié.

Ce n'est qu'en décembre que certaines sources coulèrent à nouveau. Dans l'ensemble de la zone sinistrée 183 nouvelles adductions d'eau devront être installées pour alimenter les fermes désormais privées d'eau (X. Piolle).

Certains témoins ont affirmé avoir senti des odeurs de soufre et, à Montory en particulier, vu des phénomènes lumineux ; une lueur rouge aurait été aperçue vers le col de Barlanès.

La carte des isoséistes (figures 39 et 40).

La secousse a été ressentie sur une surface d'environ 150.000 km² (rayon moyen : 220 km), au nord jusqu'à Bordeaux et Périgueux, en Espagne jusqu'à Saragosse et Barcelone ; l'intensité V a été observée sur environ 15 000 km².

Les courbes isoséistes (figure 40) présentent un certain nombre d'irrégularités qu'il est intéressant de commenter.

On constate en effet que les courbes isoséistes, notamment la courbe VI, mettent en évidence deux directions privilégiées, une direction est-ouest qui paraît en relation avec la direction des failles observées en surface et qui font partie du système pyrénéen ; une direction approximativement nord-sud, qui peut également correspondre à une direction connue dans les Pyrénées mais qui plus simplement peut s'expliquer par l'effet des vallées des gaves de Mauléon et d'Oloron qui ont relativement amplifié les dégâts, du fait de leur remplissage alluvionnaire. De nombreuses localités déclarées sinistrées se trouvent dans la vallée du gave, en aval de la ville d'Oloron.

Particulièrement intéressante est la présence dans la région de Garlin et de Maubourguet, au nord de Tarbes, d'une "zone sourde" où la secousse n'a pas été ressentie (isoséiste O). Cette zone correspond en effet

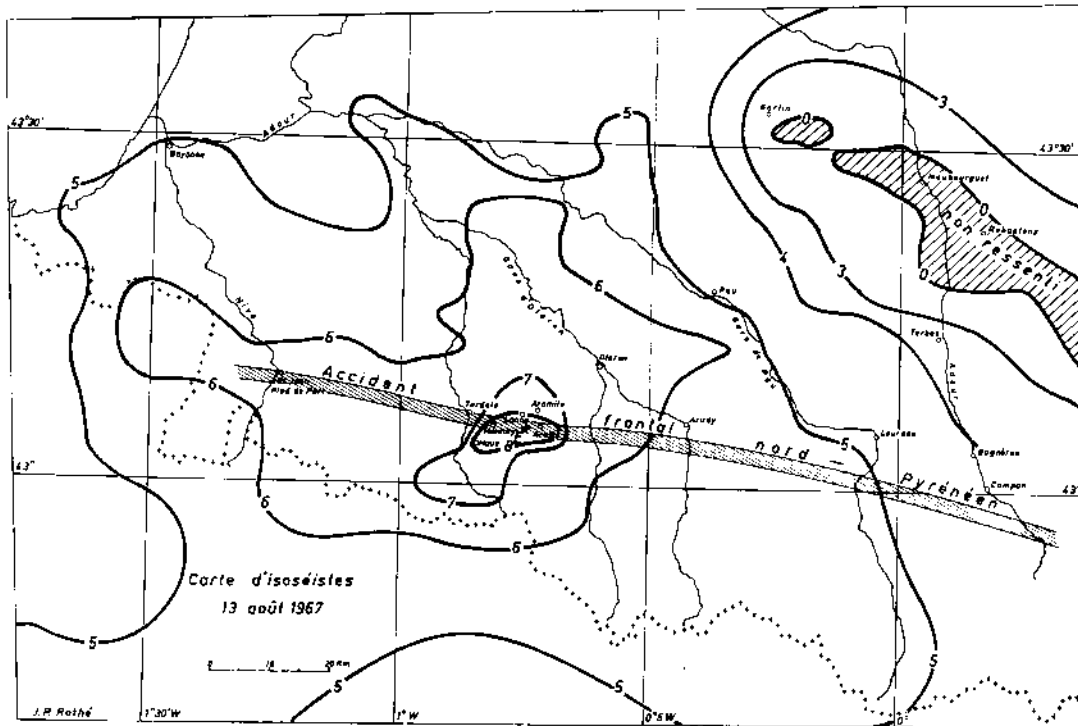


Figure 40 - Séisme d'Arette (13 août 1967) : courbes isoséistes (partie centrale).

assez bien avec un axe anticlinal au secondaire, connu sous le nom d'axe Antin-Maubourguet-Garlin et bien défini par les prospections sismiques des compagnies pétrolières. Une carte d'isobathes montre que la base du Tertiaire qui se trouve vers 3000 mètres de profondeur dans la région de Tarbes se relève vers le nord pour culminer vers 500 mètres de profondeur à Garlin et à Antin. On peut aussi rappeler que cette structure anticlinale, masquée sous les terrains quaternaires du plateau de Lannemezan apparaissait déjà sur les "cartes d'aires telluriques" dressées il y a 25 ans (L. Migaux, Une méthode nouvelle de Géophysique appliquée, la prospection par courants telluriques, Annales de Géophysique, vol. 2, 1946).

Par ailleurs, cette zone correspond également à un axe d'anomalies négatives de la pesanteur, anomalies qui traduisent l'existence en profondeur de quelques milliers de mètres de roches plus légères (figure 41). Les forages pétroliers d'Antin, de Maubourguet et de Garlin ont montré que ces roches étaient constituées par du sel que l'on rencontre à partir de 2000 à 3000 mètres de profondeur. Il est ainsi probable que le sel, matériau plastique, a fait écran à la transmission de la secousse : la carte des isoséistes traduit l'existence en profondeur de cet ensemble de structures à noyau salifère.

Etude microsismique

La secousse principale a été inscrite par la plupart des observatoires sismologiques du monde entier : les ondes PKP ont été enregistrées à plus de 15.000 km de distance dans plusieurs stations de l'Antarctique (Mirny, Byrd, Pôle Sud). Le Bulletin mensuel du Bureau Central International de Séismologie (août 1967, pp. 178-182) contient les données de 198 observatoires. Voir aussi : Bulletin of the International Seismological Centre, vol. 4, nr 9, 1967 August, pp. 160-164 (données de 200 observatoires).

L'interprétation des données microsismiques a conduit à des résultats divergents tant pour la position de l'épicentre que pour la profondeur du foyer (la profondeur indiquée par Madrid est certainement très exagérée).

a) B. C. I. S. (en utilisant les heures d'arrivée de l'onde P dans 30 stations situées à plus de 20° de distance)

43°05'4 N ± 3', 0°46'2 W ± 4', H = 22 h. 07 mn. 46 s. ; h : normal.

b) U. S. Coast and Geodetic Survey :

43°2' N, 0°5' W, H = 22 h. 07 mn. 47,5 s. ; h = 15 km ; m : 5,3.

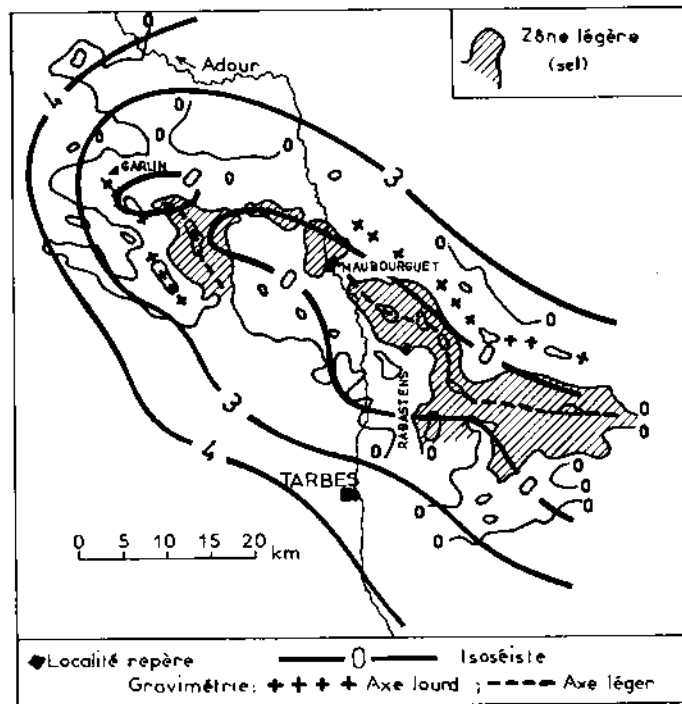


Figure 41 - Anomalies gravimétriques (d'après un document S. N. P. A.) et courbes isoséistes dans l'avant-pays pyrénéen.

c) Service sismologique de l'U. R. S. S. :

43°6 N, 0°5 W, H = 22 h, 07 mn. 52 s. ; h : normal

d) Laboratoire central de Sismologie, Madrid :

43°2 N, 0°7 W, H = 22 h, 07 mn. 50 s. ; h = 96 km ; m : 5,7.

e) International Seismological Center (vol. 4, Nr 9, pp. 160-164) :

43°12' ± 1'3 N, 0°40'2 ± 1'6 W ; H = 22 h, 07 mn. 47,8 s. ± 0,15 s. ; h = 15 km ; m : 5,3.

E. Peterschmitt a d'après les observations macroséismiques évalué la profondeur du foyer aux environs de 3 km. Le même auteur a discuté les raisons pour lesquelles l'épicentre calculé diffèrait de l'épicentre macroséismique : choc multiple avec existence de trois ondes P d'amplitude successives croissantes et séparées par des intervalles de temps de 1,2 et 1,3 s. : suivant la distance d'enregistrement et la sensibilité des appareils la première phase inscrite varie d'une station à l'autre ; existence d'une racine s'étendant jusqu'à 55 km de profondeur sous les Pyrénées d'où une différence de 2,3 s. dans les temps de propagation suivant qu'on se trouve au nord ou au sud du foyer.

Interprétation géologique

Le foyer du séisme d'Arette, tel qu'il est défini par les observations macroséismiques, est exactement situé sur le grand accident tectonique qu'on peut appeler le "front nord-pyrénéen" et qui est jalonné de l'ouest à l'est par les localités de Saint-Jean-Pied-de-Port, Arette, Aramits, Arudy, Ferrières, Juncalas, Campan, Hèches. La plupart des épicentres des séismes pyrénéens sont situés sur cet accident tectonique.

La trace du front nord-pyrénéen apparaît clairement sur la nouvelle carte aéromagnétique, carte levée à une altitude de vol de 3000 m (figure 42). Sur cette carte le front nord-pyrénéen se situe exactement à la limite entre une bande de maximums magnétiques au sud et une bande de minimums au nord. Une anomalie magnétique positive importante apparaît au sud de Lourdes, une autre s'étend entre Arudy et Arette. Entre ces maximums et les minimums correspondants, la variation dépasse 100 gammas. Une telle image magnétique peut être interprétée comme celle d'une faille abaissant le pays nord de plusieurs milliers de mètres (6000 à 8000 m).

Au-delà de Mauléon, à l'ouest, l'image magnétique se complique par l'apparition au sud, dans la région de Saint-Jean-Pied-de-Port, d'un second alignement, séparant également maximum et minimum magnétiques, qui correspond assez bien à la ligne d'épicentres séismiques. L'interprétation de cette anomalie magnétique peut également se faire en imaginant l'effet d'une faille mais dont le rejet serait beaucoup moins important. Au-delà de Saint-Jean-Pied-de-Port à l'ouest, le phénomène magnétique disparaît tandis que les épicentres observés deviennent de plus en plus rares.

Ainsi, anomalies magnétiques et sismicité permettent d'imaginer le "Front pyrénéen" comme une faille vivante profonde, pratiquement rectiligne entre Mauléon et Lannemezan, décrochée au sud, dans la région de Saint-Jean-Pied-de-Port où elle se terminerait et serait beaucoup plus superficielle.

On pourrait être tenté de voir dans cet accident bien caractérisé un tronçon réactivé de la grande faille "transcurrente" évoquée par plusieurs géologues et qui formerait le bord nord des Pyrénées : le long de cette ligne un décrochement tardi-hercynien de plusieurs centaines de kilomètres de rejet horizontal aurait entraîné le déplacement vers l'ouest du bloc ibérique et permis l'ouverture de la Méditerranée occidentale (voir : M. Mattauer, les traits structuraux essentiels de la chaîne pyrénéenne, Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique, vol. X, 1968, pp. 3-11). Dans cette hypothèse il eut été intéressant d'étudier le mécanisme au foyer du séisme d'Arette ; malheureusement, comme on l'a dit plus haut, il s'est agi d'un choc multiple et il est difficile de comparer entre eux les enregistrements obtenus dans les différentes stations ; les conclusions qu'on pourrait tirer d'une telle étude seraient fortement sujettes à caution.

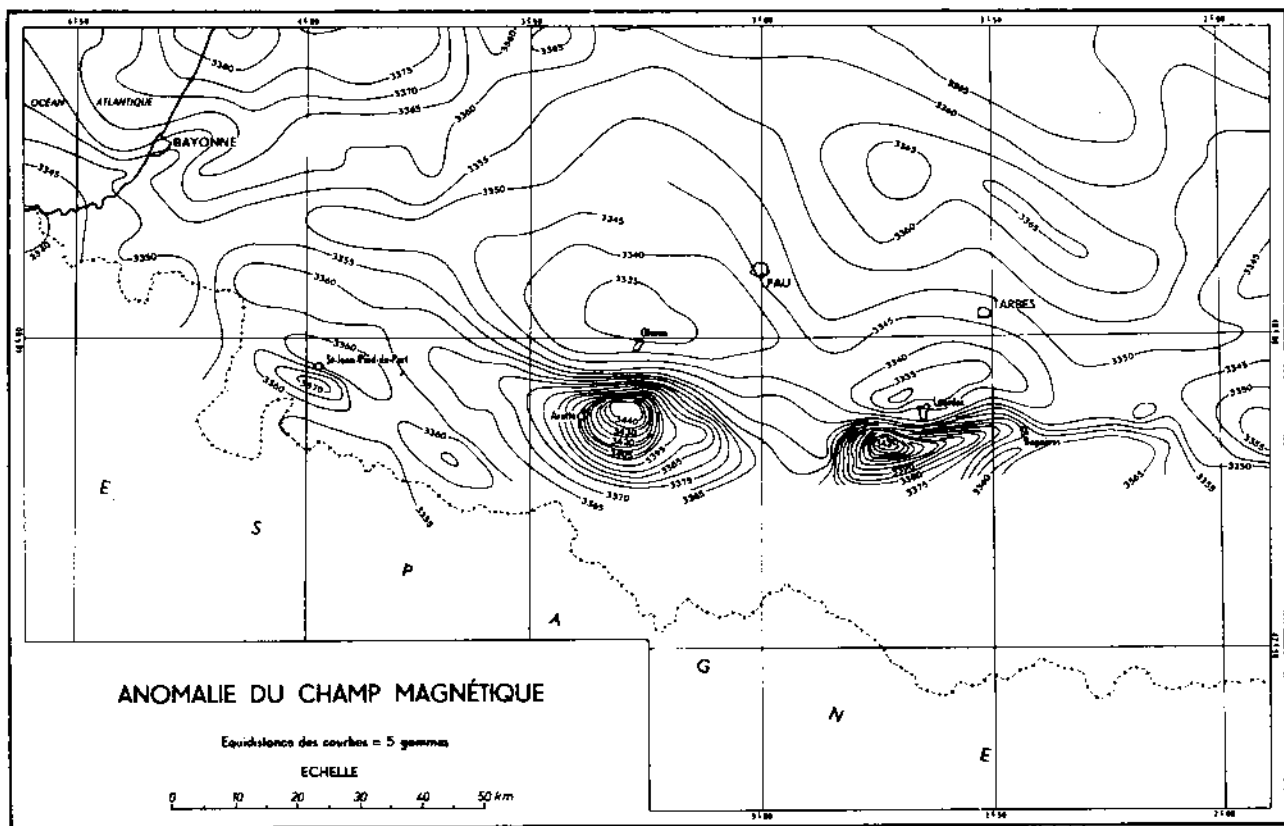


Figure 42 - Anomalies magnétiques en bordure des Pyrénées entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Saint-Gaudens (Document S. N. P. A.).

Les répliques

La station sismologique de Bagnères-de-Bigorre située à 70 km du foyer a enregistré 121 répliques entre le 13 août et le 26 novembre 1967. Un certain nombre de ces secousses ont été ressenties plus ou moins fortement dans la région épiscopentrale en particulier les secousses numérotées 7, 29, 31, 47, 52 (fortement ressentie

sur la place de l'église d'Arette), 77, 80, 89, 94. La secousse du 22 octobre à 20 h. 42 mn. a encore été ressentie dans un rayon de 15 à 20 km autour d'Arette. D'une manière générale la répartition de ces répliques dans le temps a suivi la règle la plus favorable, c'est-à-dire une diminution exponentielle en intensité et en nombre (type I de Mogi).

Le tableau suivant contient la liste de 122 secousses enregistrées à Bagnères-de-Bigorre.

Sg-Pg : différence de temps d'arrivée (en secondes et dixièmes de secondes) entre l'onde Sg et l'onde Pg ; A : amplitude (double) maximale lue en millimètres sur l'enregistrement ; * L'astérisque indique que la secousse a été enregistrée dans plusieurs stations (voir le bulletin mensuel du Bureau central international de Séismologie).

| N° | Date | | Heure | Sg-Pg | A mm | |
|-----------|------|------|------------|--------|---------|---|
| Août 1967 | | | | | | |
| 1 | 13 | Pg | 22 07 58,3 | illis. | illis. | |
| 2 | 13 | Sg | 22 23 35 | - | 4 | |
| 3 | 13 | Sg | 22 24 13 | - | 2 | |
| 4 | 13 | Sg | 22 31 18 | - | 1,2 | |
| 5 | 13 | Pg | 22 32 46,8 | 8,0 | 4 | |
| 6 | 13 | Sg | 22 40 40 | - | 1 | |
| 7 | 13 | Pg | 22 46 52,5 | 9,0 | 62 | * |
| 8 | 13 | Pg | 22 52 49 | 9,0 | 4 | |
| 9 | 13 | Sg | 23 05 29 | - | 1 | |
| 10 | 13 | Sg | 23 05 52 | - | 2 | |
| 11 | 13 | (Pg) | 23 18 (54) | (7,0) | 6 | |
| 12 | 13 | Sg | 23 20 22 | - | 3 | |
| 13 | 13 | Sg | 23 24 52 | - | 1 | |
| 14 | 13 | (Pg) | 23 34 13 | (7,0) | 2 | |
| 15 | 13 | Pg | 23 35 20,2 | 9,0 | 20 | * |
| 16 | 13 | (Pg) | 23 42 37 | (8,0) | 3 | |
| 17 | 13 | Sg | 23 43 40 | - | 2 | |
| 18 | 14 | Pg | 00 11 09 | 9,0 | 2,5 | |
| 19 | 14 | Sg | 00 40 14 | - | 1 | |
| 20 | 14 | Pg | 01 10 52 | 9,0 | 13 | * |
| 21 | 14 | Sg | 01 15 52 | - | | |
| 22 | 14 | Pg | 01 32 59,5 | 9,0 | 3 | |
| 23 | 14 | Sg | 01 42 02 | - | 2,5 | |
| 24 | 14 | Pg | 01 52 01,5 | 8,0 | 2,5 | |
| 25 | 14 | Pg | 01 55 38,5 | 7,2 | 7 | * |
| 26 | 14 | Pg | 02 58 00 | 8,5 | 3 | |
| 27 | 14 | Sg | 03 28 28 | - | 1,5 | |
| 28 | 14 | Pg | 04 11 16 | 8,0 | 8 | * |
| 29 | 14 | Pg | 05 08 13,4 | illis. | 30 | |
| 30 | 14 | Pg | 05 44 24,1 | 8,5 | 22 | * |
| 31 | 14 | Pg | 06 23 40,4 | 8,5 | 32 | * |
| 32 | 14 | Pg | 06 33 09,8 | 8,6 | 22 | * |
| 33 | 14 | Pg | 06 43 49 | 9,0 | 6 | * |
| 34 | 14 | Sg | 07 29 16 | - | 2 | |
| 35 | 14 | Sg | 08 21 16 | - | 2,5 | |
| 36 | 14 | Sg | 11 44 02 | - | 2,5 | |
| 37 | 14 | Sg | 12 49 12 | - | 2,5 | |
| 38 | 14 | Pg | 13 42 18 | 8,0 | 6 | * |
| 39 | 14 | Pg | 13 59 32 | 9,0 | 6 | * |
| 40 | 14 | Pg | 14 02 28 | 8,0 | 3 | |
| 41 | 14 | Pg | 15 26 54,5 | 9,0 | 12 | * |
| 42 | 14 | Sg | 16 01 36 | - | 1,5 | |
| 43 | 14 | Pg | 16 42 23 | 8,0 | 4 | |
| 44 | 14 | Sg | 16 47 40 | - | 8 | |
| 45 | 14 | Pg | 17 18 54 | 9,0 | 4,5 | |
| 46 | 14 | Sg | 17 25 52 | - | 2 | |
| 47 | 14 | Pg | 19 21 38,3 | 9,0 | 22 | * |
| 48 | 14 | Sg | 22 43 07 | - | 1,5 | |
| 49 | 14 | Pg | 22 43 34,7 | 9,1 | 12 | * |
| 50 | 15 | Sg | 06 58 44 | - | 2 | |
| 51 | 15 | Pg | 13 55 17 | 9,0 | 4,5 | |
| 52 | 15 | Pg | 14 45 51,3 | 9,0 | 33 | * |
| 53 | 15 | Sg | 16 06 44 | - | 3 | |
| 54 | 15 | Pg | 17 02 36 | 8,5 | 4,5 | |
| 55 | 15 | Sg | 17 21 47 | - | 2 | |

| N° | Date | | Heure | Sg-Pg | A mm | . |
|----------------|------|------|------------|--------|---------|---|
| Août 1967 | | | | | | |
| 56 | 15 | Pg | 17 38 14 | 9,0 | 3 | |
| 57 | 15 | Sg | 20 40 13 | - | 2,5 | |
| 58 | 16 | Sg | 00 51 21 | - | 5 | |
| 59 | 16 | Pg | 01 32 46,7 | 8,8 | >10 | . |
| 60 | 16 | Sg | 02 52 28 | - | 1 | |
| 61 | 16 | Sg | 03 14 33 | - | 1 | |
| 62 | 16 | Sg | 04 53 45 | - | 1 | |
| 63 | 16 | Sg | 05 09 01 | - | 3 | |
| 64 | 16 | Pg | 07 14 00 | 8,5 | 8 | . |
| 65 | 16 | Sg | 07 54 02 | - | 2 | |
| 66 | 16 | Sg | 15 25 30 | - | 4 | |
| 67 | 16 | Sg | 16 03 46 | - | 3,5 | |
| 68 | 16 | Sg | 21 49 51 | - | 1,5 | |
| 69 | 17 | Sg | 03 30 03 | - | 2,5 | |
| 70 | 17 | Sg | 05 41 54 | - | 1,5 | |
| 71 | 17 | Pg | 22 50 28 | 9,0 | 14 | . |
| 72 | 18 | Pg | 03 21 29 | 12,0 | - | |
| 73 | 18 | Sg | 13 31 58 | - | 2,5 | |
| 74 | 19 | Pg | 17 52 00 | - | 2,5 | |
| 75 | 19 | Pg | 10 09 19,5 | 9,0 | 3,5 | |
| 76 | 19 | Pg | 20 16 57 | 9,0 | 2 | |
| 77 | 20 | Pg | 21 46 36 | - | | |
| 78 | 20 | Pg | 08 43 20,6 | 9,0 | 34 | . |
| 79 | 20 | Pg | 09 05 29 | 9,0 | 3,5 | |
| 80 | 20 | Sg | 16 03 33 | - | 1 | |
| 81 | 20 | Pg | 19 34 16,8 | 8,5 | 33 | . |
| 82 | 21 | Sg | 20 20 38 | - | - | |
| 83 | 21 | Pg | 02 29 56 | 9,0 | 8 | |
| 84 | 21 | Pg | 03 41 36 | 9,0 | 4 | |
| 85 | 21 | Sg | 06 51 27 | - | 2,5 | |
| 86 | 21 | Pg | 16 28 26 | 10,0 | 3,5 | |
| 87 | 21 | Sg | 19 05 28 | - | 2 | |
| 88 | 22 | Pg | 03 38 58,5 | 10,0 | 3 | |
| 89 | 23 | Pg | 20 48 19 | 9,6 | 46 | . |
| 90 | 23 | Pg | 21 38 23 | 9,5 | 3,5 | |
| 91 | 25 | Sg | 07 47 38,5 | - | 2 | |
| 92 | 25 | Sg | 19 33 08 | - | 2 | |
| 93 | 26 | Pg | 02 52 43,5 | 8,5 | 15 | . |
| 94 | 26 | Pg | 08 38 02 | 9,0 | 4,5 | |
| 95 | 26 | Pg | 09 02 20,0 | 9,0 | 55 | . |
| 96 | 26 | Sg | 17 09 56,5 | - | 5 | |
| 97 | 26 | Sg | 19 15 51 | - | 1,5 | |
| 98 | 27 | Sg | 01 07 24 | - | 2,5 | |
| 99 | 27 | Sg | 02 42 06 | - | 1,5 | |
| 100 | 27 | Sg | 04 19 17 | - | 1 | |
| 101 | 27 | Pg | 04 20 31 | 8,5 | 5 | |
| 102 | 28 | Pg | 00 09 39 | 9,0 | 5 | |
| 103 | 28 | Pg | 23 57 03 | 9,0 | 4,5 | |
| 104 | 31 | Pg | 15 29 23 | 10,0 | 2,5 | |
| Septembre 1967 | | | | | | |
| 104 | 1 | (Pg) | 12 18(16) | (8,0) | 5 | |
| 105 | 1 | Pg | 22 50(34) | 9,0 | 8 | . |
| 106 | 7 | Pg | 01 59(08) | (10,0) | 9 | |
| 107 | 8 | Pg | 06 46 02,5 | 9,0 | 10 | . |
| 108 | 9 | Pg | 03 03 58 | 9,0 | 5 | |
| 109 | 18 | Pg | 17 25 13,5 | 9,0 | 7 | |
| 110 | 19 | Pg | 10 26 26 | illis. | 50 | . |
| 111 | 22 | Pg | 09 50 38 | 9,0 | 7 | . |
| Octobre 1967 | | | | | | |
| 112 | 3 | Pg | 22 54 24,0 | 9,0 | 20 | . |
| 113 | 6 | Pg | 01 45 55,5 | 8,5 | 5 | |
| 114 | 7 | Pg | 11 04 56,5 | 10,0 | 5 | |
| 115 | 11 | Pg | 17 52 36 | 10,0 | 5 | |

| N° | Date | | Sg-Pg | A |
|---------------|------|----|------------|------|
| | | | | mm |
| 116 | 21 | Pg | 09 08 02 | 8,5 |
| 117 | 22 | Pg | 20 42 40 | 9,0 |
| 118 | 22 | Pg | 23 19 14 | 9,0 |
| 119 | 25 | Pg | 09 21 53 | 10,0 |
| Novembre 1967 | | | | |
| 120 | 8 | Pg | 17 31 35,5 | 9,5 |
| 121 | 15 | Pg | 10 21 06 | 9,5 |
| 122 | 26 | Pg | 04 07 15,5 | 9,0 |
| Décembre 1967 | | | | |
| Néant | | | | |

122. - 14 septembre 1967 à 22 h. 49 mn. - Haut-Rhin : 47°9 N, 7°6 E

Pas d'observations macroséismiques.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 35 | Feldberg | iSg | 22 h. 49 mn. 49,4 s. | | | | |
| 57 | Servance | iPg | 49 | 49,0 | iSg | 22 h. 49 mn. 56,4 s. | |
| 62 | Champ du Feu | iPg | 49 | 48,5 | iSg | 49 | 55,0 |
| 91 | Haudompré | ePg | 49 | 54,2 | iSg | 50 | 06,0 |
| | Haudompré | iPn | 49 | 55,3 | | | |
| 100 | Bühlerhohe | ePg | 49 | 57 | eSg | 50 | 08 |
| 252 | Roselend | ePg | 50 | 23,0 | eSg | 50 | 52 |
| 287 | Lormes | iPg | 50 | 27,7 | i | 51 | 00,3 |
| 316 | St-Saulge | iPg | 50 | 33,4 | | | |
| 337 | Grafenberg | ePg | 50 | 36,0 | e | 51 | 13,4 |
| 442 | Toulx | iPg | 50 | 55,1 | | | |

L'épicentre calculé (tables d'Haslach) a pour coordonnées :
47°52'0 ± 1'4 N, 7°33'5 E ± 1'5 E, H = 22 h. 49 mn. 39,2 s.

Deux autres séismes ont été déterminés dans la même région en 1965 : 4 avril 1965 (n° 78), 13 mai 1965 (n° 81).

123. - 2 octobre 1967 à 16 h. 13 mn. - Golfe de Gênes : 43°3 N, 8°2 E

Réplique de l'important séisme du 19 juillet 1963 (n° 34).

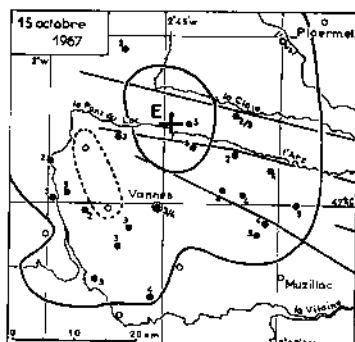
Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|-------|----------------------|------|------|----------------------|------|
| 77 | Monaco | iPg | 16 h. 13 mn. 45,5 s. | | i | 16 h. 13 mn. 32,4 s. | |
| 125 | St-Paul | iPg | 13 | 52,3 | | | |
| 241 | Lans | ePn | 14 | 08,1 | iSn | 14 | 37,8 |
| 271 | Monteynard | e(Pn) | 14 | 13 | i | 14 | 51 |
| 291 | Roselend | ePn | 14 | 12,4 | eiSn | 14 | 50,1 |
| 407 | Vouglans | e | 14 | 46 | eiSg | 15 | 29,2 |
| 556 | Lormes | eiPn | 14 | 47,1 | eiSn | 15 | 41,0 |
| 560 | St-Saulge | eiPn | 14 | 47,4 | eiSn | 15 | 42,2 |
| 570 | Welschbruch | ePn | 14 | 48,7 | iSn | 15 | 48,2 |
| 577 | Toulx | eiPn | 14 | 51,0 | | | |

Le calcul par ordinateur a fourni les coordonnées épicentrales suivantes : 43°15' ± 6'N, 8°11' ± 11'E, H = 16 h. 13 mn. 32 s.

L'épicentre est voisin de celui du séisme du 19 juillet 1963 (43°23'N, 8°10'E) et de ses répliques (N°s 34 à 38).

124. - 15 octobre 1967 à 06 h. 40 mn. - Morbihan : 47°47'N, 2°44'W



Enquête macroséismique : 44 questionnaires envoyés, 36 réponses dont 21 positives. La surface macroséismique (figure 43) atteint environ 2000 km² ; la secousse a été ressentie 5 à Monterblanc (c. d'Elven) et à Plaudren (c. de Grandchamp), 4 à Larré et Berric (c. de Questembert), Sulniac et Tréffleau (c. d'Elven), Sarzeau (ch. l. c.), etc ...

L'épicentre macroséismique (47°47'N, 2°44'W), aux environs de Plaudren, est probablement situé sur l'important accident tectonique qui limite au sud les landes de Lanvaux et qui morphologiquement correspond aux cours alignés de la rivière du Loc et de l'Arz.

Figure 43 -

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|--------|----------------------|------|-------|----------------------|------|
| 155 | Gorron | iPg | 06 h. 41 mn. 05,5 s. | | | | |
| 199 | Folinière | iPg | 41 | 12,7 | eiSg | 06 h. 41 mn. 35,8 s. | |
| 215 | St Sauveur | iPg | 41 | 15,4 | eiSg | 41 | 39,3 |
| 411 | Toulx | eiPn | 41 | 36,1 | eiSg | 42 | 34 |
| 413 | Frestale | iPg | 41 | 49,3 | eiSg | 42 | 38,0 |
| 438 | Archignac | iPg | 41 | 55,0 | eiSg | 42 | 47,4 |
| 458 | Pouchou | iPg | 41 | 58,0 | | | |
| 477 | St Saulge | ei | 41 | 49,2 | | | |
| 499 | Lormes | ei(Pn) | 41 | 51,7 | eiSg | 42 | 59,1 |
| 499 | Clermont | | | | e | 43 | 12 |
| 514 | Buteaux | eiPn | 41 | 47,9 | ei | 42 | 53,4 |
| 595 | Dourbes | e(Sn) | 43 | 08,8 | e(Sg) | 43 | 40,8 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique ; Heure origine (calculée graphiquement) : 06 h. 40 mn. 38 s. ; vitesse de l'onde Pg : 5,8 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,45 km/s.

125. - 22 octobre 1967 à 20 h. 42 mn. - Pyrénées-Atlantiques : 43°05'N, 0°45'W

Réplique du séisme destructeur d'Arette (n° 121). La secousse a été ressentie 5 à Arette, Aramits, Issor, Lanne (c. d'Aramits), 4 à Tardets-Sorholus et Sainte-Engrâce (c. de Tardets), 3 à Accous et Bedous (c. d'Accous), 2 à Oloron-Sainte-Marie et Léas-Athas, néant à Urdos, Ogen, Saint-Jean-Pied-de-Port, Saint-Jean-le-Vieux, Ispourre. Surface macroséismique : 1000 km² environ.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|------|--------------------|------|------|--------------------|------|
| 73 | Bagnères | iPg | 20 h. 42 mn. 40 s. | | iSg | 20 h. 42 mn. 49 s. | |
| 160 | Logrono | ePn | 42 | 56 | iSn | 43 | 16 |
| 238 | Frestale | | | | eiSg | 43 | 37,3 |
| 271 | Tortosa | iPg | 43 | 17 | | | |
| 426 | Toulx | ePn | 43 | 29,3 | e | 44 | 09,7 |
| 449 | Toledo | ePg | 43 | 51,7 | eSg | 44 | 44,4 |
| 560 | Pertre | eiPg | 44 | 00,5 | e | 44 | 36,9 |
| 554 | St-Saulge | ePn | 43 | 42,2 | e | 44 | 37,3 |
| 571 | Buteaux | ePn | 43 | 47,4 | eiSg | 45 | 09,6 |
| 578 | Lorgues | ePn | 43 | 48,7 | | | |
| 588 | Lormes | eiPg | 44 | 11,2 | eiSg | 45 | 15,0 |
| 589 | Gorron | ePn | 43 | 46,6 | | | |
| 606 | St Paul | ePn | 43 | 52,4 | | | |
| 612 | St Sauveur | ePn | 43 | 54,8 | | | |
| 630 | Folinière | ePn | 43 | 54,1 | | | |
| 655 | Roselend | | | | eSn | 45 | 03 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique (43°05'N, 0°45'W) ; Heure origine calculée : 20 h. 42 mn. 29 s.

126. - 18 novembre 1967 à 02 h. 01 mn. - Massif Central : 46°21'N, 1°09'E

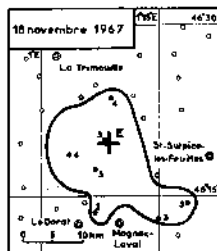


Figure 44 -

La surface macroséismique (300 km²) est limitée à quelques communes des cantons du Dorat et de Magnac-Laval (Haute-Vienne) et de la Trimouille (Vienne) ; on a noté l'intensité 5 à Verneuil-Moustiers, 4 à Azat-le-Riz et à Coulonges, 3 à Dinsac, Tersannes, Dampierre-les-Eglises, Saint-Hilaire-la-Treille (figure 44). L'épicentre macroséismique, voisin de Verneuil-Moustiers (46°21'N, 1°09'E), où plusieurs secousses ont été ressenties, est situé sur le bord nord des affleurements cristallins du Massif Central dans le prolongement occidental de la zone sismique active jalonnée par Dun-le-Palleteau, La Souterraine, Saint-Sulpice-les Feuilles.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-------|----------------------|------|----------------------|--|--|
| 81 | Toulx | iPg | 02 h. 01 mn. 10,8 s. | iSg | 02 h. 01 mn. 21,3 s. | | |
| 181 | Garchy | ePn | 01 21,9 | e | 02 01 | | |
| 202 | St Saulge | ePn | 01 24,0 | eSg | 01 53,0 | | |
| | St Saulge | iPg | 01 30,0 | | | | |
| 228 | Buteaux | eiPn | 01 29,4 | iSg | 02 01,5 | | |
| | Buteaux | iPg | 01 35,0 | | | | |
| 231 | Lormes | iPg | 01 35,5 | iSg | 02 01,5 | | |
| 267 | St Sauveur | e(Pg) | 01 47,7 | | | | |
| 273 | Gorron | e | 01 38,5 | ePg | 01 44,5 | | |
| 430 | Roselend | e | 02 54 | eiSg | 03 00 | | |
| 462 | Lans | | | eSg | 03 09 | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique ; Heure origine calculée (graphiquement) : 02 h. 00 mn. 57 s. ; vitesse de l'onde Pg : 6,05 km/s ; vitesse de l'onde Sg : 3,55 km/s. La profondeur du foyer est probablement voisine de 20 km.

127. - 28 novembre 1967 à 07 h. 19 mn. - Seuil morvano-vosgien : 47°3 N, 5°4 E

L'enquête macroséismique (70 questionnaires) n'a fourni que des réponses négatives.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------------|-----|----------------------|--|--|
| 103 | Vouglans | ePg | 07 h. 19 mn. 57 s. | eSg | 07 h. 20 mn. 09,2 s. | | |
| 107 | Haudompré | iPg | 19 57,5 | iSg | 20 11,9 | | |
| 122 | Servance | ePn | 19 59,4 | | | | |
| | Servance | iPg | 20 00,9 | eSg | 20 15,0 | | |
| 126 | Neuchâtel | | | eSg | 20 16,0 | | |
| 169 | Basel | | | eSg | 20 28,0 | | |
| 173 | Garchy | ePn | 20 05,9 | | | | |
| 188 | Champ du Feu | iPn | 20 07,2 | eSg | 20 32,2 | | |
| | Champ du Feu | iPg | 20 11,5 | | | | |
| 192 | Welschbruch | ePg | 20 12 | iSg | 20 36,7 | | |
| 204 | Roselend | i | 20 23 | eSg | 20 36,5 | | |
| 254 | Lans | ePg | 20 22,2 | eSg | 20 54,8 | | |
| 262 | Bühlerhohe | ePg | 20 24 | eSg | 20 56,8 | | |

L'épicentre calculé par ordinateur (Tables d'Haslach) a pour coordonnées 47°18' ± 1'4 N, 5°22' ± 3'6 E, H = 07 h. 19 mn. 39,2 s. Cet épicentre est presque exactement celui qui avait été calculé pour la secousse plus importante du 16 juillet 1967 à 14 h. 04 mn. (n° 120). La secousse du 28 novembre 1967 en est une réplique faible.

128. - 6 décembre 1967 à 04 h. 15 mn. - Alpes-Maritimes : 43°58'N, 7°20'E

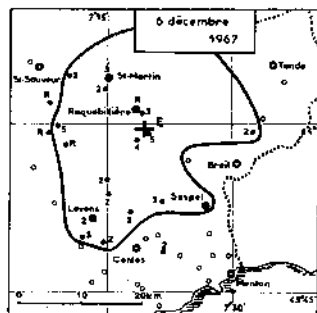


Figure 45 -

Enquête macroséismique : 64 questionnaires envoyés, 51 réponses dont 16 positives. La surface macroséismique (1000 km²) est bien définie (figure 45). On a noté l'intensité 5 à la Bollène-Vésubie et à Clans, 4 à Lantosque, 3 à Luceram, Valdeblone, Saint-Martin-Vésubie, La Roquette, Belvédère. L'épicentre macroséismique (43°58'N, 7°20'E) est situé au voisinage de la Bollène-Vésubie dans une région dont la sismicité est connue et où se sont produits en 1348, 1494, 1556, 1564 et 1644 des séismes destructeurs (voir : J.P. Rothé, la Sismicité des Alpes occidentales, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, Géophysique, t. III, 1941, pp. 27-28).

Données microséismiques :

| Km | | | | | |
|-----|------------|------|----------------------|------|----------------------|
| 30 | Isola | iPg | 04 h. 15 mn. 27,0 s. | | |
| 28 | Monaco | iPg | 15 27,2 | iSg | 04 h. 15 mn. 31,6 s. |
| 62 | St-Paul | eiPg | 15 33,8 | | |
| 89 | Mourre | eiPg | 15 38,5 | | |
| 91 | Lorgues | eiPg | 15 38,6 | | |
| 141 | Lans | ePg | 15 44,4 | iSg | 16 09,3 |
| 167 | Monteynard | ePg | 15 50,5 | eiSg | 16 11 |
| 199 | Roselend | ePn | 15 53,9 | eSn | 16 18,5 |
| 300 | Vouglans | ePg | 16 12 | eSg | 16 53 |
| 453 | Lormes | eiPn | 16 25,3 | | |
| 457 | St Saulge | eiPn | 16 25,4 | | |

L'épicentre calculé (Tables d'Haslach) a pour coordonnées : 43°57'3 ± 1'4 N, 7°15'6 ± 3'6 E, H = 04 h. 15 mn. 22,8 s. Compte tenu de l'imprécision du calcul l'épicentre microséismique est voisin de l'épicentre macroséismique ; les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre microséismique.

129. - 12 janvier 1968 à 07 h. 47 mn. - Haute-Savoie : 46°3 N, 6°8 E

Pas d'observations macroséismiques.

Données microséismiques :

| Km | | | | | |
|-----|--------------|------|----------------------|-----|----------------------|
| 75 | Roselend | eiPg | 07 h. 47 mn. 22,4 s. | iSg | 07 h. 47 mn. 30,9 s. |
| 93 | Vouglans | ePg | 47 24,0 | iSg | 47 37,5 |
| 117 | Lans | ePg | 47 30,4 | eSg | 47 45,5 |
| 189 | Haudompré | ePn | 47 40,1 | | |
| 230 | Champ du Feu | ePn | 47 45,8 | | |
| 232 | Buteaux | ePn | 47 44,0 | | |
| 233 | Welschbruch | ePn | 47 45,1 | eSg | 48 19,5 |
| 252 | Lormes | ePn | 47 48,1 | | |
| 270 | St Saulge | ePn | 47 49,2 | | |
| 298 | Clermont | | | eSg | 48 41,5 |
| 308 | Garchy | ePn | 47 54,7 | ePg | 48 00,2 |
| 358 | Toulx | ePn | 47 59,0 | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées 46°22'0 ± 1'2 N, 6°51'9 ± 2'8 E, H = 07 h. 47 mn. 10,1 s. ; l'épicentre est voisin de la Chapelle-d'Abondance (Haute-Savoie) ; la secousse du 12 janvier 1968 doit être considérée comme une secousse prémonitrice de la série des séismes qui s'est produite en Haute-Savoie de juin à décembre 1968 (n°s 145, 147, 154).

130. - 14 janvier 1968 à 09 h. 28 mn. - Haut-Rhin : 48°0 N, 7°5 E

Pas d'observations macroséismiques.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|----|--------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 44 | Welschbruch | iPg | 09 h. 28 mn. | 33,9 s. | iSg | 09 h. 28 mn. | 39,2 s. |
| 46 | Champ du Feu | iPg | 28 | 33,9 | | | |
| 89 | Haudompré | iPg | 28 | 40,7 | | | |
| 89 | Bühlerhohe | iPg | 28 | 41,5 | iSg | 28 | 51,5 |

En utilisant les six données ci-dessus le calcul fournit les coordonnées épicentrales suivantes : 48°01'4 ± 1'4 N, 7°32'6 ± 1'E, H = 09 h. 28 mn. 26,0 s. Le point calculé est situé dans le fossé rhénan, à 4 km au sud de Neuf-Brisach ; plusieurs autres épicentres ont été déterminés dans la même région : 4 avril 1965 (n° 78) ; 13 mai 1965 (n° 81) ; 14 septembre 1967 (n° 122). Deux de ces séismes ont eu lieu pendant la nuit ; on peut donc penser qu'il s'agit de séismes naturels.

131. - 15 janvier 1968 à 19 h. 09 mn. - Pyrénées-Atlantiques : 43°05'N, 0°45'W

Pas d'observations macroséismiques ; réplique du séisme d'Arette (n° 121).

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-------|--------------|-------|-------|--------------|---------|
| 73 | Bagnères | eiPg | 19 h. 09 mn. | 33 s. | eiSg | 19 h. 09 mn. | 42,5 s. |
| 160 | Logrono | ePg | 09 | 50 | eSg | 10 | 11 |
| 236 | Pouchou | ePg | 10 | 01,5 | | | |
| 238 | Frestale | ePg | 10 | 02 | | | |
| 270 | Archignac | ePg | 10 | 07,6 | | | |
| 270 | Tortosa | i(Sn) | 10 | 30 | e(Sg) | 10 | 46 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre du séisme destructeur d'Arette (n° 121) ; Heure origine calculée : 19 h. 09 mn. 21 s.

Une autre réplique a été enregistrée à Bagnères le 29 janvier 1968 (Pg : 21 h. 07 mn. 46,5 s. ; Sg : 21 h. 07 mn. 56 s.).

132. - 23 janvier 1968 à 21 h. 47 mn. - Haute-Loire : 44°5 N, 6°8 E

Pas d'observations macroséismiques.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|----|--------------|---------|----|--------------|---------|
| 41 | Isola | Pg | 21 h. 47 mn. | 27,0 s. | | | |
| 47 | S. Anna d. V. | Pg | 47 | 28,4 | Sg | 21 h. 47 mn. | 34,5 s. |
| 58 | Cuneo | Pg | 47 | 29,5 | Sg | 47 | 36,7 |
| 87 | Lanslevillard | Pg | 47 | 32,5 | | | |
| 100 | Monaco | Pg | 47 | 37,3 | Sg | 47 | 51,0 |
| 102 | Monteynard | Pg | 47 | 35,7 | Sg | 47 | 46,8 |
| 106 | St Paul | Pg | 47 | 37,9 | | | |
| 123 | Lorgues | Pg | 47 | 40,6 | | | |
| 130 | Mourre | Pg | 47 | 42,0 | | | |
| 131 | Roselend | Pn | 47 | 40,2 | Sg | 48 | 03,1 |
| 168 | Genoa | Pg | 47 | 46,2 | Sg | 48 | 07,4 |
| 229 | Vouglans | Pg | 47 | 55,0 | Sg | 48 | 30,2 |
| 352 | Buteaux | Pn | 48 | 10,1 | | | |
| 384 | Lormes | Pn | 48 | 14,0 | | | |
| 387 | St Saulge | Pn | 48 | 14,0 | | | |
| 390 | Haudompré | Pn | 48 | 14,5 | | | |
| 411 | Toulx | Pn | 48 | 18,1 | | | |
| 425 | Garchy | Pn | 48 | 19,4 | | | |
| 433 | Champ du Feu | Pn | 48 | 19,7 | | | |

L'épicentre calculé (Tables d'Haslach) a pour coordonnées $44^{\circ}30'9 \pm 1'6$ N, $6^{\circ}49'1 \pm 2'4$ E, H = 21 h, 47 mn, 19,8 s. Cet épicentre, situé dans la haute vallée de l'Ubaye, au voisinage de Saint-Paul-d'Ubaye, est pratiquement confondu avec celui du violent séisme du 5 avril 1959 ($44^{\circ}32'N$, $6^{\circ}47'E$). (voir : J.P. Rothé et N. Dechevoy, La sismicité de la France de 1951 à 1960, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. VIII, 1967, pp. 67-71).

133. - 5 février 1968 à 02 h, 28 mn, - Jura : $46^{\circ}34'N$, $5^{\circ}43'E$

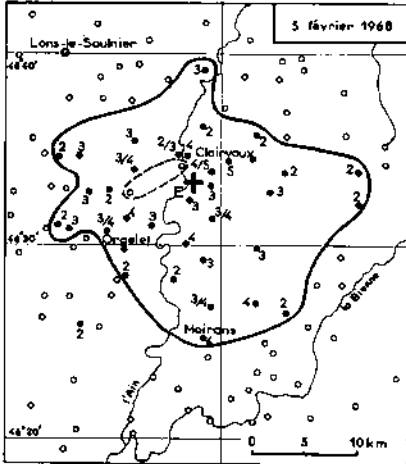


Figure 46 -

Enquête macrosismique : 135 réponses dont 41 positives.

La surface macrosismique ($46^{\circ}34'N$, $5^{\circ}43'E$) (450 km^2) est bien définie (figure 46) ; l'épicentre macrosismique ($46^{\circ}34'N$, $5^{\circ}43'E$) est situé aux environs de Clairvaux où la secousse a été ressentie 4-5 : on a noté l'intensité 5 à Cogna (c. de Clairvaux), 4 à Moirans, Crozet et Coyron (c. de Moirans), Orgelet, Plaisia (c. d'Orgelet).

Le foyer, voisin de la vallée de l'Ain, pourrait être en relation avec l'accident tectonique qui a orienté le cours de la rivière en direction NNE-SSW.

Données microsismiques :

| Km | | | 02 h. 28 mn. 52,6 s. | | 02 h. 28 mn. 53,0 s. |
|-----|---------------|-------|----------------------|-----|----------------------|
| 19 | Vouglans | iPg | 29 | iSg | 29 |
| 119 | Roeilend | eiP | 09,2 | iPg | 10,7 |
| 141 | Buteaux | iPg | 13,0 | | |
| 163 | Lormes | iPg | 15,8 | | |
| 168 | Haudompré | ePg | 16,0 | | |
| 169 | Lanslevillard | eiPn | 17,8 | iSg | 38,7 |
| | Lanslevillard | iPg | 18,5 | | |
| 177 | Monteynard | ePg | 18,5 | iSg | 38 |
| 179 | St Saulge | iPg | 17,4 | | |
| 179 | Bâle | ePg | 19,9 | eSg | 41,1 |
| 218 | Garchy | ePn | 23,3 | eSg | 51,3 |
| | Garchy | ePg | 27,0 | | |
| 220 | Clermont | | | eSg | 55,5 |
| 236 | Champ du Feu | ePn | 23,8 | | |
| 241 | Welschbruch | iPn | 24,5 | iSg | 58,0 |
| | Welschbruch | iPg | 32,2 | | |
| 271 | Toulx | ePn | 29,1 | | |
| 273 | Strasbourg | e(Pg) | 40 | eSg | 30 12 |
| 302 | Bühlerhohe | ePg | 41,0 | e | 30 24,7 |
| 341 | St Paul | ePn | 37,8 | ePg | 29 48 |
| 347 | Lorgues | ePn | 37,4 | iPg | 29 47,2 |
| 360 | Mourre | ePn | 40,0 | ePg | 29 50,0 |
| 384 | Archignac | ePn | 43,8 | | |
| 426 | Frestale | ePn | 49,8 | | |
| 526 | Folinière | ePn | 03,2 | | |
| 535 | Gorron | ePn | 04,0 | | |
| 537 | Grafenberg | ePg | 20,1 | eSg | 31 24 |

L'épicentre calculé (Tables d'Haslach) a pour coordonnées $46^{\circ}33'2 \pm 0'9$ N, $5^{\circ}43'1 \pm 1'6$ E, H = 02 h. 28 mn. 49,4 s. ; les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre microsismique qui est pratiquement confondu avec l'épicentre macrosismique.

134. - 7 février 1968 à 20 h. 47 mn. - Orne : $48^{\circ}5$ N, $0^{\circ}0$

Pas de renseignements macrosismiques.

Données microsismiques :

| Km | | | | |
|-----|------------|------|----------------------|------|
| 11 | St Sauveur | eiPg | 20 h. 47 mn. 29,4 s. | |
| 46 | Folinière | eiPg | 47 | 34,4 |
| 93 | Pertre | eiPg | 47 | 43,9 |
| 297 | Toulx | eiPg | 48 | 19 |
| 304 | St Saulge | eiPg | 48 | 19 |
| 319 | Lormes | eiPg | 48 | 20,8 |
| 342 | Buteaux | eiPg | 48 | 25,4 |
| 400 | Frestale | eSg | 49 | 24 |
| 400 | Archignac | eSg | 49 | 26,1 |
| 434 | Pouchou | eSg | 49 | 34,2 |

L'épicentre calculé a pour coordonnées $48^{\circ}30'0 \pm 1'9$ N, $0^{\circ}00'5 \pm 2'3$ E, H = 20 h. 47 mn. 27,3 s.

135. - 8 mars 1968 à 04 h. 01 mn. - Seuil morvano-vosgien : $47^{\circ}3$ N, $5^{\circ}4$ E

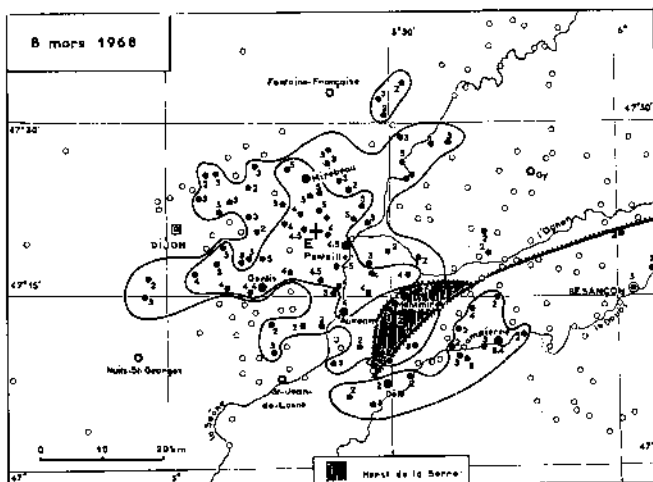


Figure 47 -

Enquête macrosismique : 266 réponses dont 92 positives.

La surface macrosismique (1500 km²) est représentée figure 47. L'intensité 5 a été notée en Côte d'Or dans les cantons de Mirebeau (Mirebeau, Tanay, Cuiseray, Charmes), de Pontailler (Maxilly, Talmay), de Dijon (Grimolois, Chevigny) et de Genlis (Cessay). L'épicentre macrosismique ($47^{\circ}20'N$, $5^{\circ}20'E$) est situé au nord-ouest de Pontailler et voisin de celui du séisme du 16 juillet 1967 (n° 120).

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------------|------|--------------------|----|------|--|
| 49 | Besançon | iPg | 04 h. 01 mn. 16 s. | Sg | 04 h. 01 mn. 21 s. | | | |
| 100 | Vougians | iPg | 01 | 22 | Sg | 01 | 37 | |
| 109 | Buteaux | iPg | 01 | 25,1 | | | | |
| 110 | Haudompré | iPg | 01 | 24,8 | | | | |
| 113 | Lormes | iPg | 01 | 25,5 | | | | |
| 124 | Servance | ePn | 01 | 26,4 | iPg | 01 | 28,1 | |
| 140 | St Saulge | iPg | 01 | 29,1 | | | | |
| 171 | Bâle | ePg | 01 | 35,9 | eSg | 01 | 55,9 | |
| 172 | Garchy | ePn | 01 | 33,4 | | | | |
| | Garchy | ePg | 01 | 35,6 | eSg | 01 | 55,1 | |

| Km | | | | | | | | | |
|-----|--------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|--|--|
| 190 | Champ du Feu | ePn | 04 h. 01 mn. | 34,5 s. | ePg | 04 h. 01 mn. | 37,4 s. | | |
| 195 | Welschbruch | ePn | 01 | 35,4 | | | | | |
| 201 | Roselend | eiPn | 01 | 38,0 | iSg | 02 | 04,7 | | |
| | Roselend | iPg | 01 | 40,9 | | | | | |
| 211 | Feldberg | ePg | 01 | 43,0 | eSg | 02 | 06,6 | | |
| 231 | Strasbourg | ePg | 01 | 46,5 | eSg | 02 | 14,5 | | |
| 241 | Clermont | ePg | 01 | 46 | iSg | 02 | 17,5 | | |
| 251 | Lans | eiPn | 01 | 44,8 | iSg | 02 | 19,4 | | |
| 263 | Toulx | iPn | 01 | 44,4 | iPg | 01 | 50,7 | | |
| 264 | Buhlerhohe | ePn | 01 | 45 | eSg | 02 | 21,9 | | |
| | Buhlerhohe | ePg | 01 | 51,5 | | | | | |
| 264 | Luxembourg | | | | eSg | 02 | 24,0 | | |
| 269 | Monteynard | ePg | 01 | 51,5 | eiSg | 02 | 20,5 | | |
| 298 | Karlsruhe | ePg | 02 | 00,1 | eSg | 02 | 37,0 | | |
| 319 | Dourbes | iPg | 02 | 02,1 | iSg | 02 | 39,9 | | |
| 336 | Stuttgart | ePg | 02 | 02,2 | eSg | 02 | 40,4 | | |
| 399 | Uccle | | | | eSg | 03 | 05 | | |
| 401 | Archignac | ePg | 02 | 14,3 | eSg | 03 | 02,3 | | |
| 425 | St Paul | ePn | 02 | 05,4 | ePg | 02 | 18,7 | | |
| 431 | Bensberg | | | | iSg | 03 | 10,9 | | |
| 431 | Lorgues | ePn | 02 | 05,8 | | | | | |
| 432 | Pouchou | ePg | 02 | 20,1 | eSg | 03 | 11,8 | | |
| 434 | St Sauveur | ePg | 02 | 20,5 | e | 03 | 05,6 | | |
| 441 | Frestale | ePg | 02 | 20,2 | | | | | |
| 465 | Folinière | ePn | 02 | 09,5 | i | 03 | 19,0 | | |
| 481 | Gorron | iPn | 02 | 11,3 | | | | | |
| 510 | Grafenberg | ePg | 02 | 32,4 | e | 03 | 30,3 | | |
| 715 | Collmberg | | | | eSg | 04 | 32 | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées $47^{\circ}16'4 \pm 0'8$ N, $5^{\circ}21'4 \pm 1'9$ E, H = 04 h. 01 mn. 06,0 s. et est très voisin de l'épicentre calculé du séisme du 16 juillet 1967 ($47^{\circ}20'N$, $5^{\circ}20'E$).

136. - 12 mars 1968 à 08 h. 03 mn. - Bouches-du-Rhône : $43^{\circ}25'N$, $5^{\circ}30'E$

Important coup de toit dans le bassin de Gardanne ; violent ébranlement en surface ; au fond projection de la couche sur 90 m d'un parement de chantier de "Grande Mine" (X = 129,140 ; Y = 855, 960) ; chute de toits.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | | | |
|-----|------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|--|
| 36 | Cadarache | iPg | 08 h. 03 mn. | 16,4 s. | iSg | 08 h. 03 mn. | 21,0 s. | | |
| 71 | Lorgues | iPg | 03 | 22,5 | | | | | |
| 82 | Mourre | iPg | 03 | 24,8 | | | | | |
| 100 | St Paul | iPg | 03 | 27,2 | | | | | |
| 152 | Isola | iPn | 03 | 35,7 | | | | | |
| 161 | Monaco | iPg | 03 | 28,0 | iSg | 03 | 57,5 | | |
| 171 | Monteynard | | | | eSg | 03 | 57 | | |
| 236 | Lans | iPg | 03 | 50,1 | iSg | 04 | 17,2 | | |
| 268 | Roselend | ePg | 03 | 56,6 | i | 04 | 35,0 | | |
| 323 | Clermont | e | 04 | 57 | i | 05 | 31,5 | | |
| 328 | Vouglans | ePg | 04 | 03 | eSg | 04 | 49 | | |
| 370 | Pouchou | ePn | 04 | 03,2 | | | | | |
| 375 | Archignac | ePn | 04 | 04,5 | | | | | |
| 412 | Toulx | ePn | 04 | 09,3 | | | | | |
| 413 | Buteaux | ePn | 04 | 10,5 | | | | | |
| 439 | St Saulge | ePn | 04 | 12,8 | | | | | |
| 447 | Lormes | ePn | 04 | 14,9 | | | | | |
| 468 | Garchy | e | 04 | 23,6 | e | 05 | 32,8 | | |

Heure origine calculée : 08 h. 03 mn. 10,4 s.

D'autres coups de toit ont été signalés par la Direction des Houillères de Bassin du Centre et du Midi dans le Bassin de Gardanne en 1968 : 12 février à 18 h. 10 mn. ; 16 février entre 3 et 5 h. ; 17 février à 8 h. 50 mn. ; 6 mars à 17 h. 45 mn. ; 22 mars à 15 h. ; 8 juin à 9 h. 32 mn. (inscrit ; ébranlement sensible en surface).

137. - 12 mars 1968 à 14 h. 54 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°0 N, 0°2 W

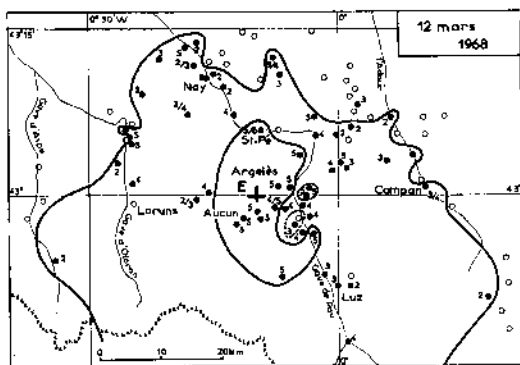


Figure 48 -

Enquête macroséismique : 114 réponses dont 66 positives.

La surface macroséismique (3000 km²) intéresse une partie des départements des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques (figure 48). On a noté l'intensité 5-6 à Saint-Pé (ch. l. c.) où des personnes effrayées sont sorties des habitations, 5 à Arudy (Pyrénées atlantiques) et dans les Hautes-Pyrénées, dans les cantons d'Aucun (Arrens, Bun, Arcizans-Dessus, Marsous), d'Argelès-Gazost (Ayzac-Ost, Ayros-Arboux, Cauterets, St-Pastous, Villelongue) et de Lourdes (Ségus). L'épicentre macroséismique (43°0 N, 0°10'W) est situé un peu au sud du front nord-pyrénéen, à la limite des terrains jurassiques et du socle primaire.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-------|----------------------|------|----------------------|--|
| 216 | Pouchou | ePn | 14 h. 55 mn. 24,8 s. | iPg | 14 h. 55 mn. 28,3 s. | |
| 227 | Frestale | ePn | 55 25,5 | iPg | 55 30,2 | |
| 248 | Tortosa | ePg | 55 34,0 | | | |
| 252 | Archignac | ePn | 55 29,5 | iPg | 55 34,3 | |
| 411 | Toulx | ePn | 55 46,8 | iPg | 56 00,4 | |
| 473 | Toledo | iPn | 55 59,0 | | | |
| 518 | Monteynard | e | 56 25,5 | eiSg | 57 18,5 | |
| 533 | Lorgues | e(Pn) | 56 08,7 | | | |
| 535 | St Saulge | ePn | 56 04,6 | iPg | 56 20,7 | |
| 540 | Garchy | ePn | 56 03,8 | eSg | 57 25,2 | |
| | Garchy | ePg | 56 23,4 | | | |
| 544 | Mourre | ePn | 56 09,6 | | | |
| 550 | Buteaux | ePn | 56 06,2 | iPg | 56 25,0 | |
| 560 | St Paul | ePn | 56 12,0 | | | |
| 569 | Lormes | ePn | 56 08,7 | iPg | 56 29,0 | |
| 595 | Vouglans | ePg | 56 29 | ei | 56 41,4 | |
| 600 | Gorron | ePn | 56 10,6 | | | |
| 618 | Roselend | e | 56 21 | eiSg | 57 49,2 | |
| 620 | St Sauveur | ePn | 56 13,4 | | | |
| 621 | Lanslevillard | ePn | 56 20 | ei | 57 47 | |
| 640 | Folinière | ePn | 56 15,6 | | | |
| 675 | Besançon | | | eiSg | 58 09,1 | |
| 753 | Haudompré | e(Pg) | 57 02,7 | eSg | 58 28 | |
| 764 | Servance | | | eSg | 58 33,5 | |
| 789 | Bâle | | | eSg | 58 42 | |
| 832 | Champ du Feu | | | eSg | 58 52,1 | |
| 838 | Welschbruch | eiPg | 57 15,1 | i | 58 45,0 | |
| 867 | Dourbes | e | 56 54,5 | eSg | 59 01,8 | |
| 873 | Strasbourg | | | eSg | 59 09 | |
| 931 | Uccle | | | eSg | 59 24 | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique (43°00'N, 0°10'W).

Un calcul à l'ordinateur a fourni les coordonnées épicentrales suivantes : 43°14'7 ± 2'5 N, 0°08'1 ± 3'8 W ;
Heure origine : 14 h. 54 mn. 55,0 s.

L'épicentre calculé est situé à 25 km environ au nord de l'épicentre macroséismique ; c'est un fait déjà constaté à l'occasion de plusieurs séismes pyrénéens.

Le laboratoire de séismologie de Madrid a donné pour l'épicentre les paramètres suivants : 43°09'N, 0°27'W, H = 14 h. 54 mn. 55 s. ; h = 96 km ; m : 4,8. La profondeur indiquée est probablement très exagérée.

138, - 15 mars 1968 à 13 h. 44 mn. et 13 h. 46 mn. - Vendée : 46°9 N, 2°0 W

Enquête macroséismique : 156 réponses dont 77 positives.

Importante secousse ressentie sur une surface de 3600 km² (figure 49) sans que l'intensité maximum ait dépassé le degré 5 atteint dans les cantons de Beauvoir (Beauvoir, Bouin, Saint-Urbain), de Saint-Jean de Monts (La Barre de Monts, Soullans), de Challans (La Garnache, Sallertaine) et de Saint-Gilles-Croix-de-Vie (Saint-Gilles, Saint-Maixent, Saint-Hilaire de Riez).

L'épicentre macroséismique (46°9 N, 2°0 W) est situé à quelques kilomètres au sud du village de Bouin où des secousses avaient en 1799 fait des dégâts importants (voir plus loin).

Données microséismiques :

| (1) | (2) | | | | | | | |
|-----|-----|--------------|-----|----------------------|------|----------------------|--|--|
| Km | Km | | | | | | | |
| 145 | 132 | Le Pertre | iPg | 13 h. 44 mn. 52,4 s. | | | | |
| 185 | 173 | Gorron | iPn | 44 57,0 | iPg | 13 h. 44 mn. 59,2 s. | | |
| 233 | 219 | St Sauveur | iPn | 45 03,3 | iPg | 45 07,3 | | |
| 235 | 222 | Folinière | iPn | 45 03,4 | iPg | 45 07,4 | | |
| 304 | 294 | Frestale | ePn | 45 12,6 | iPg | 45 18,5 | | |
| 328 | 313 | Toulx | iPn | 45 15,3 | | | | |
| 350 | 340 | Pouchou | iPn | 45 18,2 | iPg | 45 26,2 | | |
| 387 | 368 | Garchy | iPn | 45 21,9 | | | | |
| | | Garchy | iPg | 45 33,4 | eSg | 46 16,1 | | |
| 420 | 400 | St Saulge | iPn | 45 26,0 | iPg | 45 38,0 | | |
| 446 | 426 | Lormes | ePn | 45 29,0 | iPg | 45 42,2 | | |
| 586 | 570 | Vouglans | ePg | 46 08 | eiSg | 47 20,9 | | |
| 604 | 585 | Dourbes | iPn | 45 52,3 | i | 46 04,0 | | |
| 630 | 616 | Monteynard | | | eiSg | 47 30 | | |
| 639 | 629 | Haudompré | iPn | 45 51,7 | iPg | 46 18,0 | | |
| 672 | 651 | Servance | ePn | 45 56,0 | iPg | 46 20,5 | | |
| 710 | 694 | Lans | ePn | 46 05 | eiSg | 47 52,5 | | |
| 715 | 696 | Champ du Feu | ePn | 46 00,8 | iPg | 46 28,0 | | |
| 730 | 710 | Bâle | | | eSg | 47 59 | | |
| 755 | 735 | Strasbourg | | | eSg | 48 05 | | |
| 758 | 746 | Lorgues | ePn | 46 08,4 | | | | |
| 774 | 762 | St Paul | ePg | 46 39,2 | | | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique (colonne 1) et par rapport à l'épicentre microséismique (colonne 2).

Faute de stations sismologiques à l'ouest de l'épicentre le calcul des coordonnées épicentrales est peu précis. Utilisant les données ci-dessus le calcul par ordinateur a fourni les résultats suivants : 46°57'0 ± 1'6 N, 1°44'8 ± 2'4 W ; H = 13 h. 44 mn. 30,1 s. Le point ainsi calculé est trop oriental par rapport à l'épicentre macroséismique.

La secousse principale a été suivie d'une réplique plus faible 1 mn. 29 s. après. A la station de Welschbruch le rapport de l'amplitude des ondes superficielles de la deuxième secousse par rapport à la première est d'environ 0,7. Cette deuxième secousse a été nettement perçue dans de nombreuses localités autour de l'épicentre.

Les séismes de 1799

Les secousses de mars 1968 se sont produites probablement en un foyer voisin de celui des séismes qui avaient provoqué le 26 janvier 1799 et les jours suivants d'importants dégâts dans le village de Bouin, alors encore isolé du continent (île de Bouin). Nous devons à l'obligeance du Docteur F. Terrien, de Bourgneuf-en-Retz, le texte ci-dessous extrait de l'histoire de l'île de Bouin par le Docteur Rousseau. L'auteur du texte est le "commissaire cantonal" :

"... A quatre heures, ce matin, nous avons été éveillés par un très fort tremblement de terre ; il nous a semblé pour un instant être ensevelis sous les débris de nos demeures ; plusieurs murs et maisons sont tombés, la flèche du clocher, toute en pierre de taille construite à ciment (sic) est sur le point de tomber, ainsi que plusieurs autres maisons ; heureusement, personne de blessé. La direction semblait du sud au nord. La ville, quoiqu'assez maltraillée, ne l'a pas été autant que le marais ; des quartiers surtout sont abîmés, des maisons écroulées en entier, les habitants obligés de se sauver par les brèches de murs et de la toiture ; d'autres, les murs à ras de terre, sont détachés de leur fondement, et reportées soit en avant, soit en arrière ; enfin, plusieurs maisons sont délogées, et les habitants réfugiés en ville ... On estime à 60 ou 80 maisons dans cet état".

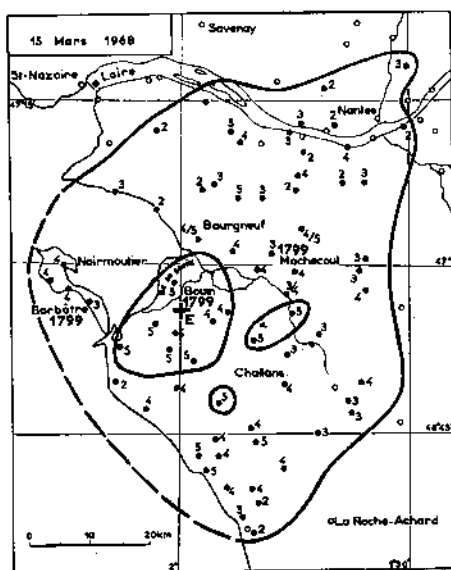


Figure 49 -

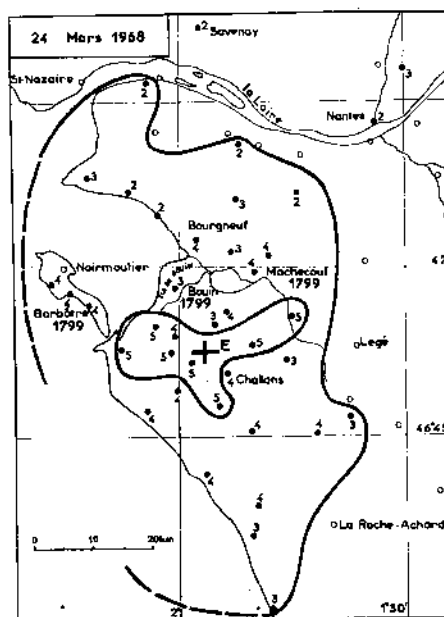


Figure 50 -

Le séisme continua les jours suivants, pendant lesquels on entendit des bruits ressemblant au tonnerre ou à des "grondements souterrains", jusqu'au 18 Pluviose. Le 17, un peu avant midi, et le 18, sur les deux heures de l'après-midi. Journallement, les maisons continuaient à s'écrouler. Toute la région a parsellement souffert, mais surtout sur les communes de Machecoul et de Barbâtre (dans l'île de Noirmoutiers).

... Le 21 mars, il y eu un autre tremblement de terre. Vers midi, par très beau temps, la secousse fut relativement faible, de direction du sud-ouest au nord-est, avec un bruit "comme une forte bordée de canon".

D'après "Ouest-France" (2 avril 1968) "un raz-de-marée submergea la région laissant en se retirant une quantité importante de poissons qui demeurèrent là pétrifiés jusqu'en avril. Ce fut le début d'une tradition observée chaque année tous les mois d'avril".

D'après ces descriptions le foyer des séismes de 1799 devait se trouver en mer entre l'île de Noirmoutier et l'île de Bouin" à une dizaine de kilomètres à l'ouest du foyer de 1968.

139. - 21 mars 1968 vers 12 h, 25 mn. - Var : épicentre inconnu

La station météorologique de Toulon a signalé une faible secousse ressentie dans la zone littorale de la ville de Toulon le 21 mars 1968 à 12 h. 25 mn. (T.U.). L'épicentre exact est inconnu. L'enregistrement obtenu dans les stations de Provence (Lorgues : Pg 12 h. 24 mn. 25,4 s. ; Saint-Paul : Pg 12 h. 24 mn. 30,1 s. ; Mourre : Pg 12 h. 24 mn. 30,1 s.) est incompatible avec un épicentre dans la région de Toulon.

140. - 24 mars 1968 à 19 h, 51 mn. - Vendée : 46°9 N, 2°0 W

Enquête macroséismique : 80 réponses dont 41 positives.

Réplique du séisme du 15 mars à 13 h. 44 mn. (n° 138). Bien que d'après les enregistrements la secousse du 24 mars ait été environ 2,7 fois plus faible la surface macroséismique (figure 50) quoique légèrement décalée vers le sud est presque analogue (3200 km²). Il faut voir là sans doute une influence de l'heure d'observation (20 heures au lieu de 14 heures). On a noté l'intensité 5 dans les localités de Beauvoir, Saint-Urbain, La Garnache, Sallertaine, Sollans et la Barre des Monts -où la même intensité avait déjà été observée le 15 mars- et à Saint-Etienne-de-Mer-Morte (c. de Machecoul). L'épicentre macroséismique a pour coordonnées 46°52'N, 1°57'W.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|------|----------------------|
| 147 | Le Pertre | ePn | 19 h. 52 mn. | 00,7 s. | | |
| 188 | Gorron | ePn | 52 | 05,6 | | |
| 236 | Saint-Sauveur | ePn | 52 | 11,7 | ePg | 19 h. 52 mn. 15,5 s. |
| 238 | Folinière | ePn | 52 | 11,7 | | |
| 302 | Frestale | ePg | 52 | 26,6 | | |
| 329 | Archignac | ePn | 52 | 24,5 | ePg | 52 32,2 |
| 347 | Pouchou | ePg | 52 | 35,2 | | |
| 387 | Garchy | iPn | 52 | 30,9 | ePg | 52 42,4 |
| 456 | Bagnères | ePg | 52 | 51,5 | | |
| 586 | Vouglans | | | | eiSg | 54 35,0 |
| 604 | Dourbes | iPn | 52 | 55,7 | ePg | 53 19,5 |
| 631 | Monteynard | | | | eSg | 54 38,5 |
| 640 | Haudompré | ePn | 53 | 00,4 | | |
| 671 | Servance | ePn | 53 | 04,4 | | |
| 710 | Lana | | | | eiSg | 55 02,3 |
| 715 | Champ du Feu | ePg | 53 | 36,6 | | |
| 720 | Welschbruch | ePn | 53 | 12,0 | iPg | 53 41,5 |
| 759 | Lorgues | ePn | 53 | 18 | | |
| 774 | Mourre | ePn | 53 | 18 | | |
| 775 | St Paul | ePn | 53 | (24) | | |

L'épicentre calculé qui a pour coordonnées $46^{\circ}52'8 \pm 3'0$ N, $1^{\circ}58'6 \pm 5'7$ W coïncide pratiquement avec l'épicentre macrosismique (figure 50). Heure origine calculée : H = 19 h. 51 mn. 36,6 s.

141. - 7 avril 1968 à 19 h. 13 mn. - Haute-Vienne : $46^{\circ}2$ N, $1^{\circ}3$ E

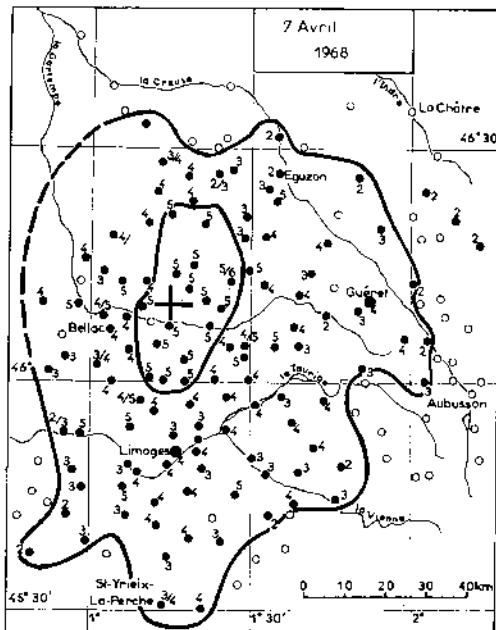


Figure 51 -

Enquête macrosismique : 222 réponses dont 140 positives.

Importante secousse largement ressentie dans le département de la Haute-Vienne et une partie des départements de la Creuse et de l'Indre. La surface macrosismique atteint 8500 km^2 sans que l'intensité maximum ait dépassé le degré 5. Cette intensité maximum a elle-même été atteinte sur une surface de 900 km^2 . Le foyer de la secousse n'est donc pas superficiel. (figure 51).

L'intensité 5 a été observée dans plus de trente localités appartenant en particulier aux cantons de Magnac-Laval, Château-Ponsac, Bessines, Nantiat et Saint-Sulpice les Feuilles (Haute-Vienne). A Saint-Maurice-la-Souterraine on a noté un agrandissement de fissures dans les bâtiments. Dans plusieurs quartiers de Limoges la secousse a été fortement ressentie. A la gare de Limoges-Bénédictins, dès que la nouvelle de la secousse a été connue, les trains ont été soumis à la "marche de sécurité" en raison de l'existence dans la région - en particulier sur la ligne Paris-Toulouse - de nombreux ouvrages d'art qui auraient pu souffrir de la secousse.

L'épicentre macrosismique ($46^{\circ}2$ N, $1^{\circ}3$ E) est voisin de Château-Ponsac. Le foyer du séisme pourrait être en relation avec le grand accident de direction SW-NE qui passe par Nantiat et par un point situé à quelques km à l'ouest de Château-Ponsac. Cet accident forme la limite entre le massif granitique de Château-Ponsac-Bessines et la zone gneissique de Bellac-Le Dorat.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | | | |
|------|-------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 59 | Toulx | iPg | 19 h. 13 mn. | 35,4 s. | | | | |
| 150 | Archignac | ePn | (13) | 45,6 | | | | |
| 161 | Garchy | iPn | 13 | 51,3 | eSg | 19 h. 14 mn. | 13,8 s. | |
| | Garchy | ePg | 13 | 53 | | | | |
| 168 | Frestale | ePn | (13) | 47,2 | | | | |
| 179 | St Saulge | iPn | 13 | 52,6 | | | | |
| 187 | Pouchou | ePn | (13) | 49,7 | | | | |
| 205 | Buteaux | iPn | 13 | 56,2 | | | | |
| 209 | Lormes | iPn | 13 | 56,5 | | | | |
| 266 | Pertre | ePn | 14 | 02,2 | | | | |
| 274 | St Sauveur | ePn | 14 | 04,5 | | | | |
| 286 | Gorron | ePn | 14 | 04,7 | | | | |
| 304 | Folinlière | ePn | 14 | 07,3 | | | | |
| 322 | Vouglans | eiPg | 14 | 20,2 | eSg | 14 | 59,0 | |
| 365 | Monteynard | | | | eSn | 15 | 00 | |
| 380 | Bagnères | iPg | 14 | 24,5 | | | | |
| 406 | Roselend | ePn | 14 | 21 | iSg | 15 | 24,0 | |
| 414 | Haudompré | ePn | 14 | 20,8 | ePg | 14 | 35,0 | |
| 436 | Servance | ePn | 14 | 24,3 | iSg | 15 | 29,5 | |
| | Servance | iPg | 14 | 39,0 | | | | |
| 440 | Lans | ePn | 14 | 39,4 | | | | |
| 476 | Dourbes | ePn | 14 | 30,9 | eSg | 15 | 42,5 | |
| | Dourbes | ePg | 14 | 46,9 | | | | |
| 500 | Welschbruch | eiPn | 14 | 30,8 | eSn | 15 | 24,0 | |
| | Welschbruch | iPg | 14 | 52,0 | eSg | 15 | 49,7 | |
| 504 | Lorgues | iPn | 14 | 32,3 | | | | |
| 516 | St Paul | iPn | 14 | 34,4 | | | | |
| 519 | Mourre | ePn | 14 | 36,6 | | | | |
| 536 | Strasbourg | eiPg | 14 | 56,9 | eSg | 16 | 05,0 | |
| 570 | Buhlerhohe | ePg | 15 | 02,0 | | | | |
| 646 | Stuttgart | ePg | 15 | 13,7 | | | | |
| 816 | Grafenberg | ePg | 15 | 45,5 | eSg | 17 | 20,7 | |
| 1010 | Collm | | | | eSg | 18 | 19 | |

Heure origine calculée : 19 h. 13 mn. 24,7 s. ; coordonnées épicentrales calculées : 46°21'4 ± 1'8 N, 1°27'3 ± 2'3 E. L'épicentre calculé est situé à une quinzaine de km au nord-est de l'épicentre macrosismique.

142. - 18 avril 1968 à 19 h. 38 mn. - Apennin ligure : 44°1 N, 8°0 E

Epicentre en Italie dans l'Apennin ligure (44°1 N, 8°0 E) où la secousse a été assez fortement ressentie à Alassio, Imperia, San Remo, Ventimiglia. En France on a noté les intensités suivantes : 4-5 à Reausoleil, 4 à Menton, 3 à Monaco, 2 à Nice.

La secousse a été enregistrée dans de nombreux observatoires.

Coordonnées épicentrales :

B.C.I.S. : 44°1 N, 8°0 E ; H = 19 h. 38 mn. 17 s.
 C.G.S. : 44°2 N, 8°3 E ; H = 19 h. 38 mn. 15,4 s.
 I.S.C. : 44°31 N, 8°07 E ; H = 19 h. 38 mn. 18 s.
 Magnitude : MLH : 3,9 d'après Pruhonice ; m (CGS : 4,5).

143. - 18 juin 1968 à 05 h. 27 mn. - Piémont : 45°6 N, 7°8 E

Epicentre en Italie sur l'arc séismique piémontais, au nord d'Ivrée ; la secousse a été ressentie 6-7 à Issime, Bard, Arnaz, Pont-Saint-martin, Verrès, Issogne. Elle a été signalée en France à Bourg-Saint-Maurice (Savoie), dans plusieurs localités de Haute-Savoie (3 à Chamonix, Les Houches, Servoz, Saint-Gervais, Megève, Sallanches, Cluses, Saint-Nicolas de Véroce, Les Contamines, Magland, Les Gets ; 2 à La Rivière Enverse, Seyssel, Passy, Lyaud) et dans le département du Haut-Rhin à Mulhouse à 230 km de l'épicentre.

La secousse a été enregistrée dans de nombreux observatoires.

Coordonnées épicentrales :

B. C. I. S. : 45°6 N, 7°8 E ; H = 05 h. 27 mn. 35 s.
 C. G. S. : 45°7 N, 8°1 E ; H = 05 h. 27 mn. 33 s. ; h = 5 km
 Magnitudes : m : 4,7 (CGS) ; M : 4,87 (Roma) ; 4,7 (Uppsala) ; 4,5 (Pruhonice) ; M_{loc} : 5,5 (Bensberg) ;
 M : 5,2-5,3 (Wien).

144. - 20 juin 1968 à 05 h. 04 mn. - Haute-Saône : 47°8 N, 6°0 E

Pas de données macroséismiques.

Données microséismiques

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|-------|--|
| 36 | Haudompré | iPg | 05 h. 04 mn. | 37,6 s. | | | | |
| 60 | Servance | iPg | 04 | 41,5 | | | | |
| 60 | Besançon | | | | eSg | 05 h. 04 mn. | 51 s. | |
| 117 | Champ du Feu | iPg | 04 | 47,2 | | | | |
| 159 | Strasbourg | ePg | 04 | 59 | ei | 05 | 30,5 | |
| 171 | Lormes | iPn | 04 | 55,5 | | | | |
| 176 | Buteaux | iPn | 04 | 56,0 | | | | |
| 194 | Bühlerhohe | iPn | 04 | 56,5 | ePg | 05 | 03,0 | |
| 201 | St Saulge | iPn | 04 | 59,6 | | | | |
| 201 | Luxembourg | | | | eSg | 05 | 31,0 | |
| 239 | Roselend | ePg | 05 | 12,0 | eSg | 05 | 41,2 | |
| 276 | Dourbes | ePg | 05 | 18,9 | eSg | 05 | 53,8 | |
| 332 | Toulx | iPn | 05 | 15,2 | | | | |
| 440 | Grafenberg | ePg | 05 | 46,6 | eSg | 06 | 35,8 | |

Heure origine calculée H = 05 h. 04 mn. 30 s. L'épicentre calculé (47°47'4 ± 2'N, 5°59'3 ± 4'E) est situé dans la haute vallée de la Saône entre Jussey et Amance.

145. - 27 juin 1968 à 15 h. 43 mn., 15 h. 55 mn. et 16 h. 24 mn. - Haute-Savoie : 46°3 N, 6°7 E

Enquête macroséismique : 86 réponses dont 21 positives.

Première secousse importante d'une série qui s'est prolongée jusqu'en janvier 1969. Une secousse prémonitoire s'était déjà produite le 12 janvier 1968 à 07 h. 47 mn. (n° 129).

On a noté l'intensité 6-7 à Abondance (une cheminée tombée, plusieurs cheminées lézardées, chute de rochers du mont Jorat) et à La Chapelle d'Abondance (chute de tuiles), 5 à Novel, 4 à Thonon-les-Bains, Morzine, Châtel (c. d'Abondance), Le Biot, 3 à Chevenoz (c. d'Abondance), Bonnevaux (c. d'Abondance), Saint-Jean d'Aulph (c. du Biot), Montriond (c. du Biot), Evian, Saint-Paul (c. d'Evian), Neuvécelle (c. d'Evian), Meillerie (c. d'Evian), Lugrin (c. d'Evian), Samoëns, Sixt (c. de Samoëns), Orcier (c. de Thonon), 2 à Allinges (c. de Thonon), Armoy (c. de Thonon).

La surface macroséismique (1250 km²) est relativement faible pour une intensité épicentrale de degré 6-7 (figure 52). Il s'agit d'un séisme superficiel dont l'épicentre est situé dans la vallée de la Dranse d'Abondance entre Abondance et La Chapelle (46°17'N, 6°45'E).

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 74 | Neuchâtel | Pg | 15 h. 43 mn. | 52,6 s. | Sg | 15 h. 44 mn. | 04,3 s. | |
| 75 | Roselend | iPg | 43 | 50,0 | | | | |
| 79 | Vouglans | iPg | 43 | 54,4 | iSg | 44 | 04,4 | |
| 122 | Lans | iPg | 43 | 57,0 | | | | |
| 164 | Servance | ePn | 44 | 05,7 | | | | |
| 174 | Monteynard | iPg | 44 | 07,5 | Sg | 44 | 28,0 | |
| 197 | Feldberg | eiPg | 44 | 12,9 | Sg | 44 | 36,9 | |
| 219 | Buteaux | eiPg | 44 | 13,2 | | | | |
| 231 | Champ du Feu | Pn | 44 | 13,6 | | | | |
| 233 | Welschbruch | Pn | 44 | 14,0 | | | | |
| 239 | Lormes | Pg | 44 | 15,9 | | | | |
| 283 | Bühlerhohe | Pn | 44 | 19,6 | Sg | 45 | 00,0 | |
| | Bühlerhohe | Pg | 44 | 28,0 | | | | |
| 284 | Clermont | Pg | 44 | 27,0 | | | | |

| Km | | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 294 | Garchy | Pn | 15 h. 44 mn. | 24,0 s. | Sg | 15 h. 45 mn. | 05,1 s. | |
| | Garchy | Pg | 44 | 30,5 | | | | |
| 300 | Monaco | Pn | 44 | 24,0 | Sg | 45 | 10,0 | |
| | Monaco | Pg | 44 | 30,0 | | | | |
| 323 | Karlsruhe | Pg | 44 | 37,8 | | | | |
| 326 | Lorgues | ePn | 44 | 25,6 | | | | |
| 332 | Stuttgart | ePg | 44 | 36,5 | eSg | 45 | 09,4 | |
| 345 | Toulx | eiPn | 44 | 28,6 | | | | |
| 404 | Furstenfeld | ePn | 44 | 37,0 | | | | |
| 444 | Dourbes | Pn | 44 | 43,2 | Sg | 45 | 44,9 | |
| | Dourbes | Pg | 44 | 57,0 | | | | |
| 452 | Taunus | ePn | 44 | 42,0 | iSg | 45 | 52,5 | |
| 502 | Grafenberg | Pn | 44 | 53,2 | Sg | 46 | 02,3 | |
| | Grafenberg | Pg | 45 | 06,2 | | | | |
| 555 | Trieste | Pn | 44 | 52,5 | Sg | 46 | 22,5 | |
| 588 | Saint-Sauveur | Pn | 44 | 57,3 | | | | |
| 602 | Folinière | eiPn | 45 | 01,2 | | | | |
| 602 | Moxa | | | | Sg | 46 | 30,0 | |
| 610 | Ljubljana | Pn | 45 | 00 | Sg | 46 | 29,0 | |
| 613 | Gorron | eiPn | 45 | 02,2 | | | | |
| 760 | Wien | Pn | 45 | 20,0 | | | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées : 46°21'6 ± 1'2 N, 6°40'2 ± 1'9 E.

Heure origine : 15 h. 43 mn. 39,7 s. Le point calculé est situé à quelques kilomètres au Nord-ouest de l'épicentre macroséismique (46°17'N, 6°45'E).

Première réplique

Enregistrée dans plusieurs stations, elle s'est produite 11 mn. 47,2 s. après la secousse principale (H = 15 h. 55 mn. 28,9 s.). Elle était quatre fois plus faible que la secousse principale.

Deuxième réplique

Enregistrée dans de nombreuses stations ; elle s'est produite 40 mn. 41,0 s. après la secousse principale (H = 16 h. 24 mn. 20,7 s.) ; elle était trois fois plus faible que la secousse principale.

Ces deux répliques ont été ressenties dans la zone épiscopale de la secousse principale à la Chapelle d'Abondance, Abondance, Châtel, Chevenoz, Bonnevaux, Novel et Saint-Jean d'Aulph, c'est-à-dire dans un rayon de 10 km autour de l'épicentre.

146. - 15 juillet 1968 à 04 h. 21 mn. - Alpes-Maritimes : 43°9 N, 7°3 E

Enquête macroséismique : 20 réponses dont 6 positives.

On a noté l'intensité 4 à Lucéram (c. de l'Escarène), 3 à Lantosque et Utelle (c. de Lantosque), Roquebillière, Moulinet (c. de Sospel), 2 à Belvédère (c. de Roquebillière) ; réponses négatives de Aspremont, Beaulieu-sur-Mer, Cantaron, Castillon, Eze, Menton, Peille, Peillon, Saint-Martin-Vésubie, Saint-Sauveur-Tinée, Tende, Touët de l'Escarène, Valdeblère, Venanson.

Faute de renseignements en provenance d'Italie l'épicentre macroséismique exact est inconnu ; un épicentre possible a pour coordonnées : 43°54'N, 7°20'E.

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires :

| | | | | | | |
|------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| Monaco | iPg | 04 h. 21 mn. | 09,5 s. | iSg | 04 h. 21 mn. | 13,7 s. |
| Lans | iPn | 21 | 29,7 | iPg | 21 | 33,5 |
| Monteynard | ePg | 21 | 34,5 | eSg | 22 | 04,5 |
| Roselend | | | | eSg | 22 | 05 |

Les données ci-dessus sont peu concordantes ; un calcul par ordinateur a fourni les coordonnées suivantes : 43°54' ± 2'N, 7°49' ± 10'E, H = 04 h. 21 mn. 03 s.

147. - 19 août 1968 à 00 h. 36 mn. et à 01 h. 45 mn. - Haute-Savoie : 46°17'N, 6°45'E

Enquête macroséismique : 298 réponses dont 71 positives.

La plus importante des secousses de l'essai de Haute-Savoie.

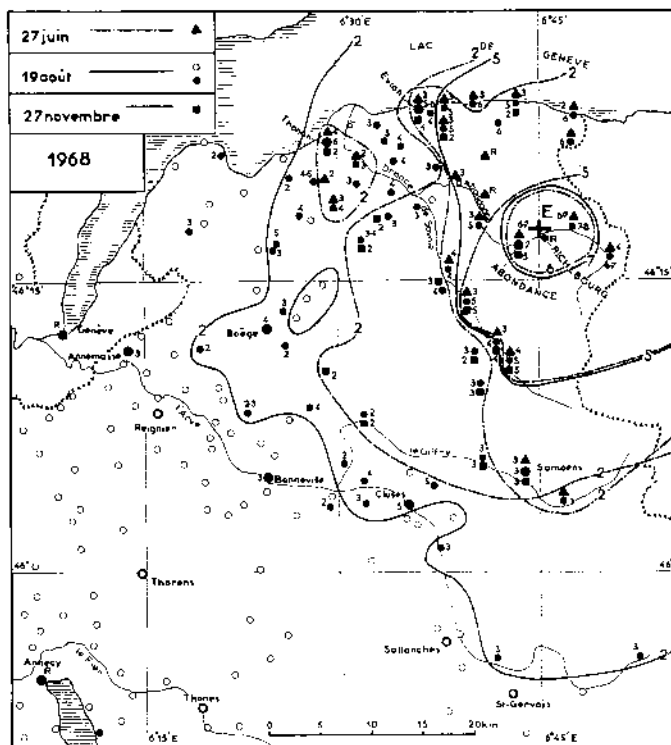


Figure 52 -

Le rayon moyen de la surface macroséismique proprement dite (figure 52) est seulement d'environ 40 km en France ; cependant survenue en pleine nuit la secousse a été plus facilement observée en quelques villes plus éloignées : Annecy (65 km), Chambéry (100 km) et dans le Jura à Oyonnax (80 km), Nantua (85 km) et Izernore (90 km). En Suisse la secousse s'est étendue beaucoup plus largement ; fortement ressentie dans le Valais elle a également été signalée dans de nombreuses localités du plateau suisse, en particulier à Payerne, Fribourg, Berne et jusqu'à Bâle (150 km), Zürich (180 km), Winterthur (200 km), Glaris (195 km), Diemtis (165 km) et Locarno (155 km). La surface macroséismique est difficile à évaluer exactement : 3000 km² en France, 10 000 km² (?) en Suisse.

En Haute-Savoie on a noté l'intensité 7-8 à La Chapelle d'Abondance et à Richebourg (chute de cheminées, fissures dans les murs, en particulier à l'école de Richebourg), 7 à Abondance (vieilles constructions lézardées, fissures à l'église, chute de pans de cheminées, chute de plâtras, chute de rochers au Mont Jorat et à la falaise de Crebin), 6-7 à Châtel (chute d'une cheminée, fissures au crépis des murs), 6 à Thonon-les-Bains (chute de tuiles), Novel (réveil général, panique), Lufrin (plusieurs cheminées lézardées), Thollon (tintement des cloches) 5-6 à Evian, 5 à Saint-Paul, Maxilly et Meillerie (c. d'Evian), Morzine et Saint-Jean d'Aulph (c. du Biot), Cluses et Saint-Sigismond (c. de Cluses), Bonnevaux (c. d'Abondance), Lully (c. de Douvaine). L'épicentre macroséismique est situé aux environs de Richebourg (46°17'N, 6°45'E) où les effets du séisme ont été les plus importants.

Plusieurs répliques ont été observées à Abondance le même jour à 1 h. 45 mn. (T.U.), 4 h. 10 mn. (T.U.) et 9 heures (T.U.) (renseignements fournis par M. Tinthoin, doct. es-lettres, Abondance).

La première réplique a également été signalée à la Chapelle d'Abondance, Novel, Bonnevaux et Thonon.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------------|-----|----------------------|--|
| 70 | Roselend | iPg | 00 h. 36 mn. 50 s. | | | |
| 78 | Neuchâtel | Pg | 36 55,0 | Sg | 00 h. 37 mn. 05,0 s. | |
| 88 | Vouglans | iPg | 36 56,6 | Sg | 37 06,1 | |
| 113 | Lans | iPg | 37 01,4 | iPn | 37 02,3 | |
| 172 | Monteynard | iPn | 37 08,5 | Sg | 37 31 | |
| 190 | Haudompré | iPn | 37 11,3 | | | |
| 198 | Feldberg | ePn | 37 11,3 | Pg | 37 14,6 | |
| 228 | Buteaux | iPn | 37 15,5 | | | |
| 234 | Champ du Feu | iPn | 37 16 | | | |

| Km | | | | | | | | |
|------|---------------|------|--------------------|------|------|----------------------|------|--|
| 238 | Welschbruch | iPn | 00 h. 37 mn. 16 s. | | | | | |
| 248 | Lormes | iPn | 37 | 17,8 | | | | |
| 263 | Strasbourg | eiPg | 37 | 25,6 | iSg | 00 h. 38 mn. 02,0 s. | | |
| 265 | St Saulge | iPn | 37 | 19,9 | | | | |
| 266 | Messstetten | ePn | 37 | 19,2 | Sg | 37 | 58,2 | |
| | Messstetten | Pg | 37 | 25,7 | | | | |
| 270 | Ravensburg | eiPg | 37 | 26,5 | | | | |
| 291 | Clermont | e | 37 | 21,5 | Pg | 37 | 29,5 | |
| 291 | Monaco | iPn | 37 | 25,8 | iSg | 38 | 01,7 | |
| | Monaco | iPg | 37 | 29,3 | | | | |
| 304 | Saint-Paul | iPn | 37 | 25,9 | | | | |
| 319 | Lorgues | iPn | 37 | 27,4 | | | | |
| 324 | Karlsruhe | ePn | 37 | 27,8 | | | | |
| 328 | La Mourre | iPn | 37 | 29,1 | | | | |
| 332 | Stuttgart | eiPn | 37 | 26,4 | | | | |
| 368 | Luxembourg | Pn | 37 | 36 | Sg | 38 | 34 | |
| | Luxembourg | Pg | 37 | 48 | | | | |
| 373 | Heidelberg | ePn | 37 | 32,3 | | | | |
| 398 | Furstenfeld | iPn | 37 | 38 | | | | |
| 405 | Warmifontaine | | | | Sg | 38 | 37 | |
| 450 | Dourbes | Pn | 37 | 46,6 | Sg | 38 | 51,7 | |
| | Dourbes | Pg | 38 | 01,8 | | | | |
| 454 | Taunus | ePn | 37 | 43 | eSg | 38 | 51 | |
| | Taunus | iPg | 38 | 00 | | | | |
| 500 | Grafenberg | Pn | 37 | 48 | Sg | 39 | 08 | |
| | Grafenberg | Pg | 38 | 02,9 | | | | |
| 530 | Uccle | Pg | 38 | 14 | | | | |
| 544 | Trieste | iPn | 37 | 57,8 | Sg | 39 | 24 | |
| | Trieste | Pg | 38 | 15,3 | | | | |
| 577 | Saint-Sauveur | iPn | 37 | 59,0 | | | | |
| 599 | Kasperské | eiPn | 38 | 00,5 | eiSg | 39 | 36 | |
| 603 | Ljubljana | iPn | 38 | 04,6 | eSg | 39 | 33 | |
| 610 | Folinière | iPn | 38 | 03,1 | | | | |
| 620 | Gorron | iPn | 38 | 04,4 | | | | |
| 623 | Pertre | iPn | 38 | 04,4 | | | | |
| 636 | Bagnères | eiPn | 38 | 04 | | | | |
| 688 | Roma M. P. | | | | eSg | 40 | 07 | |
| 706 | Pruhonicé | eiPn | 38 | 14 | iSg | 40 | 06 | |
| 723 | Witteveen | ePn | 38 | 19,0 | | | | |
| 753 | Wien | iPn | 38 | 21,3 | iSg | 40 | 22 | |
| | Wien | iPg | 38 | 50 | | | | |
| 807 | Bratislava | eiPn | 38 | 28 | eiSg | 40 | 37 | |
| 900 | Srobarova | eiPg | 39 | 12 | | | | |
| 945 | Raciborz | ePg | 39 | 23 | | | | |
| 1960 | Nurmijaervi | iP | 40 | 48,1 | | | | |
| 2120 | Urnéa | iP | 41 | 04,1 | | | | |
| 2360 | Kajaani | iP | 41 | 31 | | | | |
| 2520 | Kiruna | iP | 41 | 44,9 | | | | |

Le calcul par ordinateur utilisant les données ci-dessus a fourni les résultats suivants : H = 00 h. 36 mn. 41,4 s. ; coordonnées épicentrales : 46°18'5 ± 1'0 N, 6°46'9 ± 1'6 E ; l'épicentre calculé est pratiquement confondu avec l'épicentre macroséismique.

Autre détermination d'épicentre (Coast and Geodetic Survey) : 46°4 N, 6°9 E, H = 00 h. 36 mn. 43,8 s. ; magnitude m : 4,3 ; Magnitude MLH : 4,2 (d'après Pruhonicé).

D'après les enregistrements obtenus à la station de Bensberg la secousse principale du 19 août était 4 fois plus forte que celle du 27 juin à 15 h. 44 mn. (voir plus haut n° 145).

Réplique

Une réplique ressentie dans la zone épicentrale de la secousse principale a été enregistrée dans quelques stations ; elle s'est produite 1 h. 08 mn. 31 s. après la secousse principale (H = 01 h. 45 mn. 12 s.).

148. - 20 septembre 1968 à 23 h, 12 mn. et 3 octobre 1968 à 12 h, 31 mn. - Jura : 46°45'N, 5°50'E

Pas de renseignements macroséismiques.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|------|----------------------|-----|----------------------|--|--|
| 41 | Vouglans | iPg | 23 h, 12 mn, 28,8 s. | iSg | 23 h, 12 mn, 34,2 s. | | |
| 133 | Roselend | eiPn | 12 44,0 | iSg | 13 00,0 | | |
| 141 | Servance | iPg | 12 46,1 | | | | |
| 143 | Buteaux | eiPn | 12 45,8 | | | | |
| 161 | Lormes | eiPn | 12 47,6 | | | | |
| 180 | Saint-Saulge | eiPn | 12 51,0 | | | | |
| 180 | Lans | iPn | 12 51,8 | | | | |
| 213 | Champ du Feu | eiPn | 12 53,2 | | | | |
| 218 | Welschbruch | iPn | 12 53,8 | Sg | 13 24,7 | | |
| | Welschbruch | iPg | 12 59,4 | | | | |
| 237 | Clermont | | | eSg | 13 35,5 | | |
| 280 | Bühlerhohe | ePn | 13 10,0 | | | | |
| 284 | Toulx | iPn | 13 01,9 | | | | |
| 360 | St Paul | eiPg | 13 22,1 | | | | |
| 367 | Lorgues | eiPg | 13 23,7 | | | | |
| 400 | Archignac | | | eSg | 14 18,8 | | |
| 427 | Pouchou | | | eSg | 14 24,0 | | |
| 444 | Frestale | | | eSg | 14 29,5 | | |
| 516 | Grafenberg | ePg | 13 50,5 | eSg | 14 51,1 | | |

Le calcul par ordinateur a fourni les résultats suivants : Epicentre : 46°44'9 ± 1'5 N, 5°49'5 ± 2'3 E ; H = 23 h, 12 mn, 21,4 s. L'épicentre calculé est situé dans le Jura à 6 km à l'ouest de Champagnole. Etant donné l'heure de la secousse il doit s'agir d'un séisme naturel, fait très rare dans cette région.

Réplique :

Une réplique s'est produite le 3 octobre à 12 h, 31 mn.

| Km | | | | | | |
|-----|-------------|------|----------------------|-----|----------------------|--|
| 134 | Roselend | ePg | 12 h, 31 mn, 51,7 s. | eSg | 12 h, 32 mn, 08,9 s. | |
| 144 | Buteaux | iPg | 31 53,6 | | | |
| 161 | Lormes | eiPg | 31 55,5 | | | |
| 181 | St Saulge | eiPg | 32 00,4 | | | |
| 215 | Welschbruch | iPg | 32 05,1 | iSg | 32 32,5 | |

Le calcul par ordinateur en utilisant les 7 données ci-dessus a fourni les résultats suivants :

Epicentre : 46°46'5 ± 0'8 N, 5°50'5 ± 1'3 E ; H = 12 h, 31 mn, 29,0 s. L'épicentre calculé pour le 3 octobre est très voisin de celui de la secousse du 20 septembre 1968 à 23 h, 12 mn.

149. - 26 septembre 1968 à 07 h, 52 mn. - Alpes-Maritimes : 44°1 N, 6°9 E

La station météorologique de Valberg (Alpes-Maritimes) a signalé le 26 septembre 1968 vers 8 h, une secousse observée par les ouvriers du chantier de l'école. Pas d'autres renseignements macroséismiques.

La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires.

| Km | | | | | |
|-----|------------|------|----------------------|------|----------------------|
| 52 | Monaco | ePg | 07 h, 52 mn, 09,2 s. | | |
| 58 | St Paul | iPg | 52 09,9 | | |
| 82 | Lorgues | iPg | 52 13,7 | | |
| 84 | Mourre | iPg | 52 14,9 | | |
| 137 | Lans | eiPg | 52 20,5 | | |
| 141 | Monteynard | eiPg | 52 24 | | |
| 182 | Roselend | ePn | 52 30,5 | eiPg | 07 h, 52 mn, 32,7 s. |
| 399 | Buteaux | ePn | 52 55,9 | | |
| 430 | Lormes | ePn | 52 58,8 | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 44°03'6 ± 1'7 N, 6°57'0 ± 5'E. Heure origine calculée : 07 h, 52 mn, 00,2 s. L'épicentre calculé est situé en bordure septentrionale du dome permien de Barrot immédiatement au Sud de Valberg (44°05'N, 6°56'E) où la secousse a été ressentie.

150. - 4 octobre 1968 à 07 h. 13 mn. - Hautes-Pyrénées : vers 43°1 N, 0°0

La station météorologique de Lourdes (Hautes-Pyrénées) a signalé le 4 octobre 1968 vers 07 h. 12 mn. une secousse ressentie 3 par la population. Pas d'autres renseignements macroséismiques. La secousse a été inscrite à Bagnères (iPg 07 h. 13 mn. 55 s.) et à Tortosa (e 07 h. 15 mn. 04 s.).

151. - 19 octobre 1968 à 15 h. 42 mn. - Savoie : 45°6 N, 6°8 E

Enquête macroséismique : 48 réponses dont 46 négatives.

La secousse a été signalée avec l'intensité 3 par la station météorologique de Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et par la localité de Séez avec l'intensité 5 ; 46 réponses négatives en provenance en particulier de Mègeve, Saint-Nicolas de Véroce, Combloux, Saint-Gervais, les Contamines (Haute-Savoie), Beaufort (Savoie) et de plusieurs communes du canton de Bourg-Saint-Maurice (Hauteville, Villaroger, Sainte-Foy, Tignes, Val d'Isère). L'épicentre macroséismique est probablement voisin de Séez (45°37'N, 6°48'E).

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|
| 20 | Roselend | eiPg | 15 h. 42 mn. 59,4 s. | | | | |
| 30 | Lans | iPg | 43 | 02,2 | | | |
| 105 | Monteynard | ePg | 43 | 16,0 | iSg | 15 h. 43 mn. 27,0 s. | |
| 129 | Vouglans | eiPg | 43 | 20,5 | eiSg | 43 | 36,9 |
| 220 | St Paul | iPg | 43 | 34,7 | | | |
| 234 | Lorgues | iPg | 43 | 36,7 | | | |
| 242 | Mourre | iPg | 43 | 38,7 | | | |
| 322 | Welschbruch | eiPn | 43 | 42,4 | eSg | 44 | 28,4 |
| | Welschbruch | ePg | 43 | 52,4 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 45°32' ± 2'N, 6°46' ± 4'E ; Heure origine : 15 h. 42 mn. 57,4 s. L'épicentre calculé est situé à 10 kilomètres au sud du village de Séez.

152. - 21 octobre 1968 à 6 h. 25 mn. - Hautes-Pyrénées : 43°1 N, 0°0

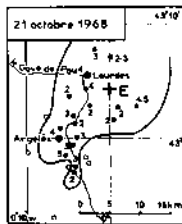


Figure 53 -

La secousse a été signalée par la station météorologique de Lourdes. On a noté l'intensité 5 à Saint-Savin (c. d'Argelès), 4 à Argelès-Gazost, Lourdes, Germs et Aspin (c. de Lourdes). La surface macroséismique (figure 53) est d'environ 380 km². L'épicentre macroséismique (43°04'N, 0°0) est situé sur le front nord-pyrénéen au Sud-est de Lourdes, à proximité du foyer du séisme destructeur du 24 mai 1750.

La secousse n'a pas été enregistrée dans les observatoires.

153. - 26 octobre 1968 à 17 h. 43 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Coup de toit -non signalé par la Direction des Houillères- dans le bassin de Gardanne (voir aussi plus haut n° 137).

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 36 | Cadarache | iPg | 17 h. 44 mn. 03,9 s. | | iSg | 17 h. 44 mn. 08,7 s. | |
| 68 | Lorgues | iPg | 44 | 10,3 | | | |
| 79 | Mourre | iPg | 44 | 12,4 | | | |
| 96 | St Paul | iPg | 44 | 14,7 | | | |
| 158 | Monaco | ePn | 44 | 24 | eSg | 44 | 45,2 |
| | Monaco | iPg | 44 | 26,4 | | | |
| 174 | Monteynard | ePg | 44 | 29 | eSg | 44 | 50 |

| Km | | | | | | |
|-----|-----------|------|----------------------|------|----------------------|---------|
| 238 | Lans | eiPg | 17 h. 44 mn. 38,3 s. | eiSg | 17 h. 45 mn. 09,0 s. | |
| 270 | Roselend | eiPg | 44 | 44,0 | eiSg | 45 19,7 |
| 372 | Pouchou | iPn | 44 | 51,3 | | |
| 377 | Archignac | iPn | 44 | 52,1 | | |
| 415 | Frestale | iPn | 44 | 57,2 | | |
| 434 | St Saulge | ePn | 44 | 59,3 | | |
| 450 | Lormes | ePn | 45 | 00,7 | | |

Epicentre calculé : 43°23'3 ± 1'1 N, 5°31'7 ± 1'7 E ; heure origine calculée : 17 h. 43 mn. 58,7 s.

L'épicentre *calculé* est pratiquement confondu avec le point moyen des coups de toit du bassin de Gardanne (43°25'N, 5°29'E).

154. - Essaim de Haute-Savoie (suite) : 46°3 N, 6°7 E

Après les séismes du 12 janvier 1968 à 07 h. 47 mn. (n° 129), du 27 juin à 15 h. 43 mn., 15 h. 55 mn. et 16 h. 24 mn. (n° 145) et du 19 août à 00 h. 36 mn. et 01 h. 45 mn. (n° 147) une nouvelle série de secousses au même foyer a commencé le 21 novembre 1968 et s'est poursuivie jusqu'en janvier 1969.

. - 21 novembre 1968 à 22 h. 50 m.

La secousse, la plus importante de la nouvelle série, a été signalée par la station météorologique d'Abondance ; ressentie 6 à Abondance, elle a également été observée à Richebourg, Châtel, La Chapelle d'Abondance, Bonnevaux, Vacheresse, Saint-Jean d'Aulph et dans le Valais suisse.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|------|----------------------|------|----------------------|---------|
| 70 | Roselend | iPg | 22 h. 50 mn. 12,3 s. | iSg | 22 h. 50 mn. 23,0 s. | |
| 78 | Neuchâtel | ePg | 50 | 15,8 | eSg | 50 27,9 |
| 87 | Vouglans | eiPg | 50 | 17,0 | | |
| 113 | Lans | iPn | 50 | 20,4 | | |
| 120 | Besançon | eiPg | 50 | 22,9 | iSg | 50 40,2 |
| 151 | Bâle | ePn | 50 | 27,7 | eSg | 50 47,2 |
| 170 | Servance | iPn | 50 | 29,9 | | |
| 171 | Monteynard | iPn | 50 | 29 | iSn | 50 51 |
| 191 | Haudompré | iPn | 50 | 31,8 | | |
| 227 | Buteaux | iPn | 50 | 36,4 | | |
| 236 | Champ du Feu | iPn | 50 | 36,8 | | |
| 238 | Welschbruch | iPn | 50 | 37,5 | eiSg | 51 12,0 |
| 247 | Lormes | iPn | 50 | 38,6 | | |
| 264 | St Saulge | iPn | 50 | 40,8 | | |
| 264 | Strasbourg | ePg | 50 | 45,6 | ei | 50 52,4 |
| 286 | Bühlerhohe | ePn | 50 | 43,4 | eSg | 51 24 |
| | Bühlerhohe | ePg | 50 | 50,5 | e | 51 33,4 |
| 290 | Clermont | ePg | 50 | 50 | i | 50 58 |
| 291 | Monaco | ePn | 50 | 49,2 | iSn | 51 20,0 |
| | Monaco | iPg | 50 | 54,9 | iSg | 51 26,8 |
| 302 | Garchy | ePn | 50 | 47,2 | iSg | 51 28,6 |
| | Garchy | iPg | 50 | 53,3 | | |
| 304 | St Paul | ePn | 50 | 46,0 | | |
| 319 | Lorgues | ePn | 50 | 48,1 | | |
| 325 | Mourre | ePn | 50 | 50,4 | | |
| 332 | Stuttgart | ePn | 50 | 52,0 | eSg | 51 38,5 |
| | Stuttgart | ePg | 51 | 02,9 | | |
| 369 | Luxembourg | ePn | 50 | 50 | | |
| 399 | Furstenfeld | ePg | 51 | 08 | | |
| 449 | Archignac | eiPn | 51 | 03,2 | | |
| 451 | Dourbes | ePn | 51 | 05,9 | eSg | 52 16,4 |
| 472 | Pouchou | ePn | 51 | 05,8 | | |
| 495 | Frestale | eiPn | 51 | 09,1 | | |
| 502 | Grafenberg | ePg | 51 | 27,6 | eS | 52 25,2 |
| 520 | Bensberg | | | | eSg | 52 32,5 |
| 576 | St Sauveur | ePn | 51 | 21,5 | | |
| 599 | Kasperské | eiPn | 51 | 22,8 | iPg | 51 46 |
| 601 | Moxa | ePg | 51 | 42,5 | | |

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------|-------|------|--------------|-------|
| 603 | Ljubljana | ePn | 22 h, 51 mn. | 42 s. | eSn | 22 h, 52 mn. | 30 s. |
| 610 | Folinière | eiPn | 51 | 24,3 | | | |
| 620 | Gorron | iPn | 51 | 25,4 | | | |
| 623 | Pertre | ePn | 51 | 25,5 | | | |
| 708 | Pruhonice | ePg | 52 | 00 | eiSg | 53 | 29,5 |
| 720 | Collm | ePg | 52 | 05 | e | 53 | 26 |

Coordonnées épicentrales calculées 46°18'4 ± 0'9 N, 6°46'0 ± 1'7 E ; Heure origine calculée : 22 h. 50 mn. 02,4 s.

L'épicentre calculé est pratiquement confondu avec l'épicentre macroséismique (46°17'N, 6°45'E).

. - 24 novembre 1968 vers 5 h. 25 mn.

Secousse ressentie à Abondance.

. - 25 novembre 1968 à 05 h. 44 mn.

Ressentie 5 à Abondance ; inscrite dans quelques stations : (Roselend (eiPg, 05 h. 45 mn. 00,0 s. ; eiSg, 05 h. 45 mn. 09,0 s.), Servance (eiPg, 05 h. 45 mn. 19,0 s.), Haudompré (iPg, 05 h. 45 mn. 19,8 s.), Champ du Feu (ePn, 05 h. 45 mn. 26,6 s.), Welschbruch (iPg, 05 h. 45 mn. 31,6 s. ; iSg, 05 h. 45 mn. 59,1 s.).
Heure origine calculée : 05 h. 44 mn. 50 s.

. - 26 novembre 1968 vers 22 h.

Ressentie à Abondance.

. - 27 novembre 1968 à 02 h. 03 mn.

Enquête macroséismique : 59 réponses dont 19 positives.

La surface macroséismique (figure 52) est d'environ 2000 km². On a noté l'intensité 5 à Abondance, Morzine, Saint-Jean d'Aulph, 4 à Montriond, Evian, 3 à Châtel, les Gets, Samdens, Verchaix, Seytroux. La secousse a été également ressentie en Suisse dans le Valais.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 70 | Roselend | eiPg | 02 h, 03 mn. | 42,0 s. | Sg | 02 h, 03 mn. | 50,2 s. |
| 79 | Neuchâtel | Pg | 03 | 45,8 | | | |
| 93 | Vouglans | ePg | 03 | 46,5 | Sg | 03 | 58,2 |
| 125 | Besançon | ePg | 03 | 53,0 | iSg | 04 | 10,0 |
| 171 | Servance | iPn | 03 | 58,2 | | | |
| 173 | Monteynard | iPg | 04 | 01,0 | | | |
| 194 | Haudompré | iPn | 04 | 01,5 | | | |
| 196 | Feldberg | | | | iSg | 04 | 28,2 |
| 233 | Buteaux | iPn | 04 | 06,0 | | | |
| 235 | Champ du Feu | iPn | 04 | 06,2 | | | |
| 239 | Welschbruch | iPn | 04 | 06,6 | iSg | 04 | 40,3 |
| | Welschbruch | iPg | 04 | 14,8 | | | |
| 253 | Lormes | iPn | 04 | 08,1 | | | |
| 263 | Strasbourg | Pg | 04 | 17,2 | | | |
| 271 | St Saulge | ePn | 04 | 10,3 | | | |
| 289 | Monaco | ePg | 04 | 20,6 | iSg | 04 | 55,7 |
| 297 | Clermont | Pg | 04 | 19,5 | | | |
| 303 | St Paul | eiPn | 04 | 15,7 | | | |
| 309 | Garchy | ePn | 04 | 16,0 | Sg | 04 | 57,9 |
| | Garchy | Pg | 04 | 24,8 | | | |
| 318 | Lorgues | ePn | 04 | 17,4 | | | |
| 323 | Karlsruhe | ePn | 04 | 19,6 | | | |
| 326 | Mourre | ePn | 04 | 19,3 | | | |
| 330 | Stuttgart | ePg | 04 | 25,5 | Sg | 05 | 07,0 |
| 410 | Warmifontaine | | | | Sg | 05 | 33,0 |
| 455 | Dourbes | Pn | 04 | 35,6 | Sg | 05 | 42,3 |
| 478 | Pouchou | ePn | 04 | 36,1 | | | |
| 500 | Grafenberg | ePg | 04 | 57,0 | | | |
| 500 | La Frestale | ePn | 04 | 39,4 | | | |
| 520 | Bensberg | | | | iSg | 06 | 03,0 |
| 583 | St Sauveur | ePn | 04 | 51,6 | | | |
| 598 | Moxa | ePg | 05 | 11,0 | | | |
| 619 | Folinière | Pn | 04 | 53,5 | | | |
| 626 | Gorron | eiPn | 04 | 54,8 | | | |
| 628 | Pertre | ePn | 04 | 55,8 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées : $46^{\circ}17'6'' \pm 0'8''$ N, $6^{\circ}51'5'' \pm 1'8''$ E. Heure origine calculée : 02 h. 03 mn. 31,4 s. Le point moyen de l'épicentre calculé est situé à huit kilomètres à l'Est de l'épicentre macroséismique.

L'activité séismique s'est poursuivie les jours suivants. D'après M. Tinthoin, les secousses suivantes ont été ressenties par la population :

- 30 novembre vers 3 h. (sensible à Thonon), 6 h. 30 mn. et 9 h. 15 mn.
- 9 décembre vers 01 h. 50 mn., 2 h. 10 mn., 2 h. 20 mn., 5 h. 30 mn. et 17 h.
- 11 décembre vers 13 h. 10 mn.
- 20 décembre à 00 h. 53 mn. et vers 2 h.

La secousse de 00 h. 53 mn. a été ressentie à Abondance et Richebourg et inscrite dans quelques stations : Roselend (ePg, 00 h. 54 mn. 01,1 s. ; eiSg, 00 h. 54 mn. 09,3 s.), Servance (ePg, 00 h. 54 mn. 17,8 s.), Haudompré (ePg, 00 h. 54 mn. 19,2 s.), Champ du Feu (ePg, 00 h. 54 mn. 30,7 s.), Welschbruch (iPg, 00 h. 54 mn. 31,5 s. ; iSg, 00 h. 54 mn. 59,6 s.). Heure origine calculée : 00 h. 53 mn. 50 s.

- 2 janvier 1969, pendant la nuit ; ressentie à Richebourg.
- 22 janvier 1969, vers 15 h. 20 mn. ; grondement faible.

Comparaison des secousses

24 secousses ont été ressenties à Abondance du 27 juin 1968 au 22 janvier 1969. Le tableau ci-dessous indique pour les plus importantes de ces secousses les amplitudes mesurées sur les enregistrements obtenus par les stations de Bâle et de Bensberg. Le tableau montre que l'énergie séismique s'est libérée de façon très irrégulière, phénomène caractéristique des "essaims" séismiques.

| Date | Bâle (mm) | Bensberg (microns) | |
|--------------------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| 27 juin 15 h. 43 mn. | > 75 | 0,26 | |
| 27 juin 15 h. 55 mn. | 18 | 0,06 | |
| 27 juin 16 h. 24 mn. | 62 | 0,09 | |
| 19 août 00 h. 36 mn. | 220 | 1,04 | Magnitude (LH) |
| 21 novembre 22 h. 50 mn. | 45 | 0,20 | 4,3 (Pruhonice) |
| 25 novembre 05 h. 44 mn. | 1 | - | |
| 27 novembre 02 h. 03 mn. | 20 | - | |

L'essaim séismique d'Abondance paraît constituer un fait nouveau ; aucun épicentre n'avait jusqu'ici été déterminé dans cette région. Cependant le 30 décembre 1879 un grand séisme s'était produit un peu plus au sud et avait été ressenti fortement à Sixt, Samoëns, Montriond et Saint-Jean d'Aulph (voir : J. P. Rothé, la sismicité des Alpes occidentales, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, 3e partie, t. 3, 1941, p. 43).

La tectonique du Chablais est complexe (superposition de nappes) et il est difficile de trouver une explication de l'essaim de 1968 dans la structure géologique superficielle.

155. - 2 décembre 1968 à 15 h. 38 mn. - Côte d'Or : $47^{\circ}4'$ N, $4^{\circ}4'$ E

Pas de renseignements macroséismiques ; la secousse a été enregistrée dans quelques stations :

| Km | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|--------------------------|
| 47 | Lormes | iPg | 15 h. 38 mn. | 36,0 s. | |
| 62 | Buteaux | iPg | 38 | 39,5 | |
| 78 | St Saulge | iPg | 38 | 42 | |
| 158 | Haudompré | iPn | 38 | 55,3 | |
| 184 | Servance | ePn | 38 | 57,6 | |
| 238 | Champ du Feu | ePn | 39 | 05,8 | |
| 244 | Welschbruch | iPg | 39 | 12,4 | iSg 15 h. 39 mn. 38,5 s. |

Coordonnées épicentrales calculées : $47^{\circ}27' \pm 10'N$, $4^{\circ}25' \pm 9'E$. Heure origine calculée : 15 h. 38 mn. 29,0 s.

Le point moyen de l'épicentre calculé se trouve au Sud de Semur-en-Auxois ; il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel en relation avec les travaux effectués entre Avallon et Pouilly-en-Auxois pour la construction de l'autoroute Paris-Lyon.

Plusieurs autres secousses originaires de la même région ont également été enregistrées en particulier le mardi 17 décembre à 11 h. 09 mn., 11 h. 10 mn. et 13 h. 46 mn. ainsi que le vendredi 17 janvier 1969 à 18 h. 30 mn.

156. - 5 décembre 1968 à 11 h, 11 mn. - Région de Bâle : 47°4 N, 7°5 E

Pas de renseignements macroséismiques.

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|-----|----------------------|
| 72 | Servance | iPg | 11 h, 11 mn. | 15,0 s. | | |
| 110 | Champ du Feu | iPn | 11 | 21,4 | | |
| 111 | Welschbruch | iPg | 11 | 21,9 | iSg | 11 h, 11 mn, 34,4 s. |
| 111 | Haudompré | iPg | 11 | 20,8 | | |
| 274 | Buteaux | ePg | 11 | 49,0 | | |
| 280 | Lormes | ePg | 11 | 49,0 | | |
| 305 | St Saulge | ePg | 11 | 54,2 | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 47°25'2 ± 2'3 N, 7°33' ± 5'4 E ; Heure origine calculée : 11 h, 11 mn, 02,1 s. Le point moyen calculé est voisin de la ville de Bâle dont la sismicité est connue. Cependant l'enregistrement du 5 décembre 1968 pourrait correspondre à un séisme artificiel (tir de carrière ?).

157. - 19 décembre 1968 à 01 h, 07 mn. - Pyrénées : 43°1 N, 0°0

La station météorologique de Lourdes a signalé le 19 décembre 1968 à 01 h, 08 mn, une secousse ressentie 3 à Lourdes et à Argelès-Gazost (Hautes-Pyrénées). Il s'agit probablement d'une réplique du séisme du 21 octobre 1968 (n° 152). Elle a été enregistrée dans quelques observatoires.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|----------|-----|--------------|-------|-----|--------------------|
| 214 | Logrono | ePg | 01 h, 08 mn. | 17 s. | eSg | 01 h, 08 mn, 42 s. |
| 215 | Frestale | iPg | 08 | 15,5 | | |
| 255 | Tortosa | iPn | 08 | 19 | iSn | 08 49 |
| 397 | Toulx | iPg | 08 | 44,8 | | |

La secousse a, en outre, été faiblement inscrite à St Saulge, Les Buteaux et Lormes. Les distances sont indiquées par rapport au point de coordonnées 43°1 N, 0°0. Heure origine calculée : 01 h, 07 mn, 40 s.

158. - 21 février 1969 à 01 h, 11 mn. - Montceau-les-Mines : 46°7 N, 4°3 E

Coup de toit dans les mines de Montceau-les-Mines ; ressenti en surface à Montceau-les-Mines, Saignes et Montchanin (Saône et Loire).

Données microséismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|-------------|-----|--------------|---------|-----|----------------------|
| 43 | Buteaux | iPg | 01 h, 11 mn. | 32,9 s. | | |
| 75 | Lormes | iPg | 11 | 38,4 | | |
| 79 | St Saulge | iPg | 11 | 38,3 | | |
| 117 | Garchy | ePg | 11 | 45,9 | eSg | 01 h, 12 mn, 00,3 s. |
| 168 | Toulx | ePg | 11 | 52,3 | | |
| 218 | Monteynard | ePg | 12 | 02 | eSg | 12 28,5 |
| 254 | Lans | ePg | 12 | 08 | eSg | 12 39 |
| 299 | Welschbruch | ePg | 12 | 16,7 | eSg | 12 52,8 |
| 382 | Dourbes | | | | eSg | 13 18,3 |

Coordonnées épicentrales calculées : 46°40'6 ± 1'8 N, 4°19'8 ± 2'8 E ; Heure origine calculée : 01 h, 11 mn, 25,5 s.

L'épicentre calculé est pratiquement confondu avec les exploitations houillères de Montceau-les-Mines (46°41'N, 4°21'E).

159. - 26 février 1969 à 01 h. 28 mn. - Jura Souabe : 48°17'5 N, 9°00'5 E

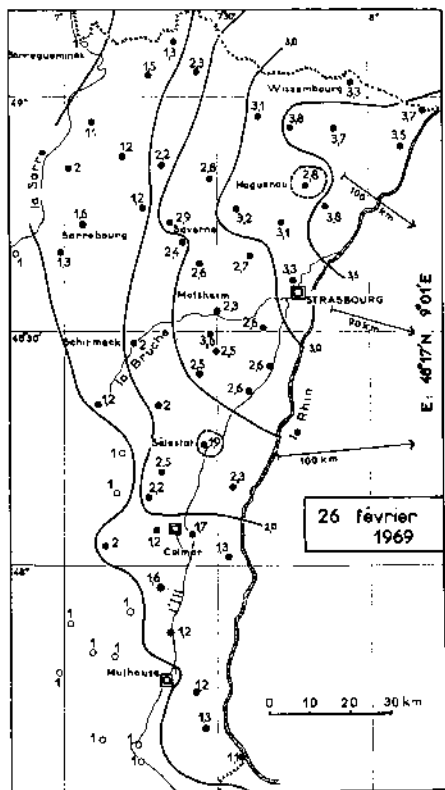


Figure 54 -

Importante secousse de magnitude $M = 4,8$ originaire de la zone active du "Hohenzollern Graben" et ressentie avec l'intensité 7 à Jungingen, Onstmettingen et Tailfingen ; une carte macroséismique de la zone épacentrale a été publiée (voir : G. Schneider, Seismizität und Seismotektonik der Schwäbischen Alb, 1 vol., Stuttgart, 1971, 79 p.). D'après G. Schneider les paramètres du foyer sont : 48°17'5 N, 9°00'5 E ; $h = 8$ km ; $H = 01$ h. 28 mn. 01,4 s.

Afin d'étudier la propagation de la secousse dans le fossé rhénan une enquête détaillée a été faite (617 réponses dont 372 positives). Sur la carte figure 54 ont été reportées les intensités moyennes par cantons. Les intensités moyennes ont été à distance égale nettement plus fortes dans le Nord de l'Alsace, en direction nord-ouest par rapport à l'épicentre (Bischwiller : 3,8 ; Woerth : 3,8 ; Lauterbourg : 3,7 ; Soultz : 3,7 ; Seltz : 3,5).

On comparera la carte figure 54 avec celle correspondant au séisme du 22 janvier 1970 (figure 57) originaire du même foyer mais qui s'est produit dans l'après-midi alors que le premier avait été ressenti en pleine nuit (voir plus loin n° 171).

La secousse principale a été suivie de 22 répliques entre le 26 février et le 29 septembre 1969 (voir : G. Schneider, loc. cit.) ; ces répliques n'ont pas été ressenties en France.

160. - 14 avril 1969 à 22 h. 30 mn. - Monteynard : 44°9 N, 5°7 E

Pas de renseignements macroséismiques.

Secousse locale au voisinage du lac-barrage (voir plus haut n° 31) ; inscrite dans quelques stations (Monteynard : iPg 22 h. 30 mn. 19,8 s. ; Lanslevillard : eiPg 22 h. 30 mn. 37,5 s., eiSg 22 h. 30 mn. 49,6 s. ; Roselend : eiPg : 22 h. 30 mn. 40,2 s., eSg 22 h. 30 mn. 53 s.). Heure origine calculée : 22 h. 30 mn. 19 s.

Une réplique faible a été enregistrée à Monteynard le 15 avril à 2 h. 51 mn 57 s.

161. - 22 avril 1969 à 22 h. 16 mn. - Savoie : 45°6 N, 6°9 E

Pas de données macroséismiques.

| Km | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|-----|--------------------|
| 24 | Roselend | iPg | 22 h. 16 mn. | 03,8 s. | | |
| 39 | Lanslevillard | iPg | 16 | 05,2 | | |
| 122 | Monteynard | ePg | 16 | 20 | eSg | 22 h. 16 mn. 33 s. |
| 141 | Vouglans | ePg | 16 | 23,5 | eSg | 16 40,0 |
| 231 | St Paul | ePn | 16 | 36,5 | | |
| 243 | Servance | ePn | 16 | 39,7 | | |

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|------|--------|---------|-----|-------|----------------|
| 247 | Lorgues | ePn | 22 h | 16 mn. | 39,2 s. | | | |
| 267 | Haudompré | iPn | | 16 | 39,0 | | | |
| 298 | Lormes | iPn | | 16 | 43,2 | | | |
| 305 | Champ du Feu | ePn | | 16 | 43,4 | | | |
| 310 | Welschbruch | iPn | | 16 | 43,5 | iSn | 22 h. | 17 mn. 15,7 s. |
| | Welschbruch | iPg | | 16 | 53,0 | iSg | | 17 26,8 |
| 310 | St Saulge | ePn | | 16 | 44,9 | | | |

Coordonnées épacentrales calculées : 45°38'6 ± 2'1 N, 6°55'6 ± 5'E ; Heure origine calculée : 22 h. 16 mn. 00 s. L'épicentre calculé est situé quelques kilomètres à l'Est de l'épicentre macroséismique de la secousse du 19 octobre 1968 (n° 151) ressentie à Bourg-Saint-Maurice et Séz (Savoie).

162. - 10 mai 1969 à 07 h. 24 mn. - Savoie : 45°4 N, 6°5 E

Une enquête auprès des instituteurs de quelques communes des environs de Moutiers (Savoie) a été déclenchée après une première détermination microséismique : 5 réponses positives, 7 réponses négatives.

La secousse a été ressentie 4-5 à Saint-Jean de Belleville et Saint-Martin de Belleville où des fissures dans des routes auraient été constatées, 3 à Saint-Laurent de la Côte, Brides les Bains et Fontaine-le-Puits ; néant à Aime, Bozel, les Allues, Cevins, Saint-Oyen, Aigueblanche. L'épicentre macroséismique est situé à 8 km au Sud de Moutiers (45°24'N, 6°30'E). La zone épacentrale est située sur l'arc séismique briançonnais et plusieurs foyers ont déjà été localisés dans la vallée de Belleville : 13 février 1855, 13 mai 1856, 27 mars 1865 (épicentre à Saint-Martin de Belleville), 23 septembre 1865, 4 juillet 1930 (épicentre au voisinage de Saint-Laurent de la Côte et de Saint-Martin de Belleville) ; voir J.P. Rothé, la sismicité des Alpes occidentales, Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg, t. III, 1941.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | | |
|-----|--------------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|----------------|
| 33 | Lans | iPg | 07 h. | 24 mn. | 30,4 s. | | | |
| 37 | Roselend | iPg | | 24 | 30,2 | | | |
| 78 | Monteynard | iPg | | 24 | 37,5 | iSg | 07 h. | 24 mn. 47,0 s. |
| 132 | Vouglans | ePn | | 24 | 47,5 | iSg | | 25 03,4 |
| 185 | Neuchâtel | ePn | | 24 | 55,8 | eSg | | 25 18,8 |
| 201 | St Paul | iPn | | 24 | 57,2 | | | |
| 214 | Lorgues | iPn | | 24 | 59,0 | | | |
| 223 | Mourre | iPn | | 25 | 00,1 | | | |
| 255 | Bâle | ePn | | 25 | 01,0 | | | |
| 265 | Buteaux | iPn | | 25 | 03,0 | | | |
| 275 | Servance | iPn | | 25 | 04,0 | | | |
| 294 | Haudompré | iPn | | 25 | 06,4 | | | |
| 294 | Lormes | iPn | | 25 | 06,4 | | | |
| 301 | St Saulge | iPn | | 25 | 07,6 | | | |
| 341 | Champ du Feu | iPn | | 25 | 12,2 | | | |
| 345 | Welschbruch | iPn | | 25 | 12,1 | iSg | | 26 02,0 |
| | Welschbruch | iPg | | 25 | 23,2 | | | |
| 349 | Toulx | eiPn | | 25 | 13,8 | | | |
| 390 | Bühlerhohe | ePg | | 25 | 31,0 | | | |
| 399 | Souterraine | ePn | | 25 | 17,6 | | | |
| 410 | Archignac | ePn | | 25 | 23,2 | | | |
| 426 | Pouchou | ePn | | 25 | 25,2 | | | |
| 456 | Frestale | ePn | | 25 | 29,7 | | | |
| 545 | Dourbes | ePn | | 25 | 38,6 | eSg | | 27 05,7 |
| | Dourbes | ePg | | 25 | 57,9 | | | |
| 582 | Gilleppe | e(Pn) | | 25 | 47,0 | e(Sg) | | 27 21,0 |
| | | e(Pg) | | 26 | 09,5 | | | |
| 596 | Grafenberg | ePg | | 26 | 07,0 | | | |

Coordonnées épacentrales calculées : 45°22'3 ± 1'4 N, 6°30'3 ± 3'1 E ; Heure origine calculée : H = 07 h. 24 mn. 25,3 s.

L'épicentre calculé est très voisin des localités où la secousse a été ressentie avec l'intensité maximum : Saint-Jean de Belleville (45°26'N, 6°29'E) et Saint-Martin de Belleville (45°23'N, 6°30'E). L'épicentre est également très voisin de celui qui avait été calculé pour le séisme du 4 juillet 1930 : 45°25'N, 6°31'E.

163. - 7 juin 1969 à 22 h. 34 mn. - Pyrénées Atlantiques : 43°1 N, 0°7 W

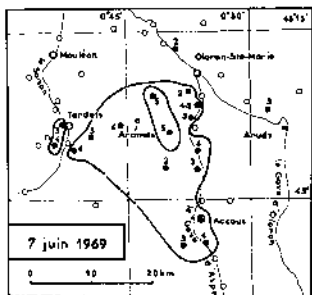


Figure 55 -

Enquête macroséismique : 49 réponses dont 20 positives.

Secousse ressentie assez largement dans la région d'Arrette ; la surface macroséismique (figure 55) est d'environ 500 km². On a noté l'intensité 5 à Féas et Issor (c. d'Ararits), 4-5 à Arros (c. Oloron Ouest), 4 à Lanne (c. d'Ararits), Escot, Accous et Cette Aygun (c. d'Accous), etc... L'épicentre macroséismique (43°1 N, 0°7 W) est situé sur le front nord-pyrénéen, quelques kilomètres à l'Est du foyer d'Arrette (n° 121).

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires (Bagnères : ePg 22 h. 34 mn. 10 s. ; Logrono : ePn 22 h. 34 mn. 26 s. ; eSn 22 h. 34 mn. 48 s. ; Pouchou : ePn 22 h. 34 mn. 35 s. ; Frestale : ePn 22 h. 34 mn. 36 s. ; Tortosa : ePn 22 h. 34 mn. 44 s.). Heure origine calculée : 22 h. 34 mn. 00 s.

164. - 7 juin 1969 à 23 h. 33 mn. - Gardanne : 43°4 N, 5°5 E

Coup de toit -non indiqué par la Direction des Mines- dans le bassin de Gardanne, enregistré dans plusieurs stations.

| Km | | | | | |
|-----|-------------|-----|----------------------|------|--------------------------|
| 68 | Lorgues | iPg | 23 h. 34 mn. 08,4 s. | | |
| 80 | Mourre | iPg | 34 | 10,5 | |
| 96 | St Paul | iPg | 34 | 12,8 | |
| 157 | Monaco | ePn | 34 | 24,0 | iSg 23 h. 34 mn. 44,5 s. |
| | Monaco | iPg | 34 | 25,5 | |
| 234 | Lans | iPg | 34 | 36,4 | |
| 376 | Pouchou | iPn | 34 | 49,6 | |
| 412 | Toulx | ePn | 34 | 54,8 | |
| 418 | Frestale | iPn | 34 | 54,9 | |
| 437 | St Saulge | ePn | 34 | 56,9 | |
| 444 | Souterraine | ePn | 34 | 58,1 | |
| 446 | Lormes | ePn | 34 | 58,9 | |
| 551 | Fouilloux | ePn | 35 | 13,3 | |

Coordonnées épicentrales calculées : 43°26'1 ± 3'3 N, 5°31'5 ± 1'6 E ; Heure origine calculée : 23 h. 33 mn. 57,6 s. L'épicentre calculé par ordinateur est pratiquement confondu avec l'épicentre habituel des coups de toit du bassin de Gardanne (43°25'N, 5°29'E).

En 1969 la Direction des Houillères du Bassin de Provence a signalé des coups de toit -non inscrits- le 25 février vers 15 h. 07 mn., le 21 avril vers 17 h. 45 mn., le 25 juin vers 2 h., le 15 octobre vers 20 h. 00 mn. et le 8 novembre vers 13 h. 00 mn.

165. - 26 juin 1969 à 11 h. 39 mn. - Jura : 46°51'N, 5°50'E

Pas de renseignements macroséismiques.

| Km | | | | | |
|-----|--------------|------|----------------------|--------|----------------------|
| 52 | Vouglans | e | 11 h. 40 mn. 01,5 s. | ei(Sg) | 11 h. 40 mn. 06,0 s. |
| 131 | Servance | iPg | 40 | 10,0 | |
| 135 | Haudompré | iPg | 40 | 11,2 | |
| 142 | Buteaux | iPg | 40 | 12,0 | |
| 158 | Lormes | iPg | 40 | 13,4 | |
| 179 | St Saulge | iPg | 40 | 18,7 | |
| 193 | Lans | eiPg | 40 | 18,1 | eiSg 40 41,0 |
| 203 | Champ du Feu | iPg | 40 | 22,0 | |
| 208 | Welschbruch | iPg | 40 | 23,2 | iSg 40 49,4 |
| 285 | Toulx | ePn | 40 | 28,8 | |
| 336 | Souterraine | ePn | 40 | 38,7 | |

Coordonnées épicentrales calculées : $46^{\circ}51' \pm 3'N$, $5^{\circ}50' \pm 5'E$; Heure origine calculée : 11 h. 39 mn. 48 s.

L'épicentre calculé est voisin de ceux des séismes du 23 mars 1967 à 16 h. 05 mn. (n° 115), du 20 septembre 1968 à 23 h. 12 mn. et du 3 octobre 1968 à 12 h. 31 mn. (n° 148), les coordonnées calculées étant respectivement $46^{\circ}45'N$, $5^{\circ}46'E$; $46^{\circ}45'N$, $5^{\circ}50'E$; $46^{\circ}46'N$, $5^{\circ}50'E$.

Faute de renseignements macroséismiques il est difficile de dire s'il s'agit de séismes naturels ou artificiels.

166. - 10 juillet 1969 à 16 h. 23 mn. - Vosges ; $47^{\circ}7' N$, $6^{\circ}45'E$

Faible secousse ayant cependant été très clairement inscrite par les stations sismologiques des Vosges.

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|-----|----------------------|
| 15 | Servance | iPg | 16 h. 23 mn. | 11,6 s. | | |
| 44 | Haudompré | iPg | 23 | 17,6 | | |
| | Bâle | e | 23 | 47 | | |
| 87 | Champ du Feu | ePn | 23 | 23,2 | iPg | 16 h. 23 mn. 24,5 s. |
| 91 | Welschbruch | iPn | 23 | 24,2 | iSg | 37,2 |
| | Welschbruch | iPg | 23 | 25,2 | | |
| 154 | Bühlerhohe | iPn | 23 | 36,0 | | |

Coordonnées épicentrales calculées : $47^{\circ}42' \pm 4'N$, $6^{\circ}45' \pm 4'E$; Heure origine : 16 h. 23 mn. 10 s. L'épicentre calculé, peu précis, est situé dans la région comprise entre Champagney (Haute-Saône) et Giromagny (terr. de Belfort).

Une enquête effectuée dans quelques communes après une première détermination épicentrale n'a fourni qu'une réponse positive ; la secousse a été ressentie avec l'intensité 3 à Giromagny ; réponses négatives de Champagney, Plancher-Bas, Plancher-les-Mines et Fresse.

167. - 4 octobre 1969 à 10 h. 49 mn. - Montceau-les-Mines ; $46^{\circ}40'N$, $4^{\circ}18'E$

Probablement coup de toit dans le bassin de Montceau-les-Mines (voir aussi n° 158).

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|--------------|---------|------|----------------------|
| 42 | Buteaux | iPg | 10 h. 49 mn. | 22,6 s. | | |
| 73 | Lormes | iPg | 49 | 27,9 | | |
| 78 | St Saulge | iPg | 49 | 28,2 | | |
| 109 | Vouglans | ePg | 49 | 34 | eiSg | 10 h. 49 mn. 48,5 s. |
| 166 | Toulx | iPn | 49 | 42,0 | | |
| 211 | Roselend | ePg | 49 | 50,2 | eiSg | 50 15,0 |
| 214 | Haudompré | ePn | 49 | 46,3 | iSg | 50 17,0 |
| | Haudompré | iPg | 49 | 51,0 | | |
| 217 | Souterraine | iPn | 49 | 48,5 | | |
| 229 | Servance | iPg | 49 | 53,0 | | |
| 295 | Champ du Feu | ePn | 49 | 55,9 | | |
| 297 | Archignac | | | | eiSg | 50 41,5 |
| 300 | Welschbruch | iPg | 50 | 05,2 | iSg | 50 40,0 |
| 328 | Pouchou | | | | eiSg | 50 49,9 |
| 337 | Frestale | | | | eiSg | 50 51,4 |

Coordonnées épicentrales calculées : $46^{\circ}40'5 \pm 1'3 N$, $4^{\circ}17'7 \pm 1'4 E$; Heure origine calculée : 10 h. 49 mn. 14,3 s.

Les coordonnées calculées sont pratiquement les mêmes que celles de la secousse du 21 février 1969 ($46^{\circ}40'6 N$, $4^{\circ}19'8 E$), secousse ressentie à Montceau-les-Mines (voir plus haut n° 158).

p.m. - 9 octobre 1969 à 03 h. 31 mn. - Piémont ; $45^{\circ}1' N$, $7^{\circ}3' E$

Séisme inscrit dans de nombreuses stations européennes ; le calcul épicentral a fourni les résultats suivants : $45^{\circ}04' \pm 1'N$, $7^{\circ}21' \pm 2'E$; H = 03 h. 31 mn. 35 s. Le foyer est situé sur l'arc séismique piémontais au nord de Pinerolo (Piémont) où la secousse a été ressentie ; pas d'observations macroséismiques en France.

168. - 22 novembre 1969 à 07 h. 49 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°20'N, 6°45'E

Enquête macroséismique : 36 réponses dont 11 positives.

La zone macroséismique (800 km²), bien définie, est centrée sur la région de Barcelonnette. On a noté l'intensité 5 à Barcelonnette et Saint-Pons, 4 à Faucon et aux Thuilles, 3 à Jausiers, Fours, Uvernet, Revel. 2 à La Condamine, Allos et Méolans. L'épicentre macroséismique a pour coordonnées 44°23'N, 6°38'E.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|----------------|------|----------------------|------|-------|----------------------|------|
| 29 | Isola | iPg | 07 h. 49 mn. 19,8 s. | | | | |
| 86 | Monaco | iPg | 49 | 29 | iSg | 07 h. 49 mn. 41,3 s. | |
| 102 | Lorgues | iPg | 49 | 30,7 | | | |
| 108 | Cadarache | iPg | 49 | 33,7 | iSg | 49 | 45,7 |
| 110 | Monteynard | iPg | 49 | 31,5 | | | |
| 150 | Roselend | eiPg | 49 | 40,6 | iSg | 49 | 59,1 |
| 329 | Clermont | | | | iSg | 50 | 53 |
| 362 | Bâle | ePg | 50 | 12 | eSg | 51 | 01 |
| 366 | Buteaux | iPn | 50 | 06,0 | | | |
| 389 | Servance | ePn | 50 | 09,2 | | | |
| 397 | Lormes | iPn | 50 | 09,9 | | | |
| 399 | St Saulge | iPn | 50 | 10,1 | | | |
| 409 | Haudompré | iPn | 50 | 11,8 | | | |
| 417 | Toulx | iPn | 50 | 13,0 | | | |
| 438 | Archignac | iPn | 50 | 15,7 | | | |
| 454 | Champ du Feu | iPn | 50 | 16,9 | | | |
| 456 | Welschbruch | iPn | 50 | 17,4 | iSn | 51 | 05,4 |
| | Welschbruch | iPg | 50 | 33,2 | iSg | 51 | 27,6 |
| 483 | Frestale | iPn | 50 | 21,2 | | | |
| 496 | Bühlerhohe | iPn | 50 | 21,9 | iSn | 51 | 13,2 |
| 550 | Fürstenfeld | | | | e(Sg) | 52 | 01 |
| 661 | Dourbes | ePn | 50 | 45,7 | | | |
| 686 | Grafenberg | ePg | 51 | 07,3 | | | |
| 746 | Kasperské Hory | ePn | 50 | 54 | ei | 52 | 20 |
| 791 | Moxa | ePg | 51 | 28 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 44°20'N ± 1'2 N, 6°45'2 ± 2'2 E ; Heure origine calculée : 07 h. 49 mn. 14,9 s. L'épicentre calculé est situé à quelques kilomètres au Sud-est de l'épicentre macroséismique.

169. - 24 novembre 1969 à 10 h. 51 mn. - Lacq (Pyrénées-Atlantiques) : 43°25'N, 0°36'W

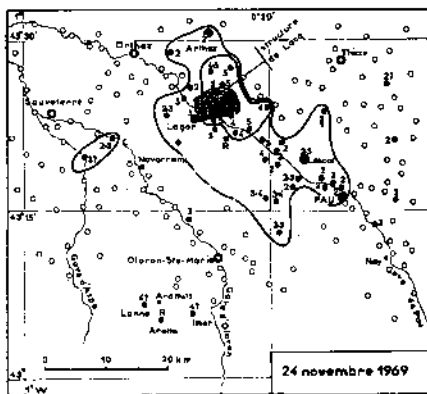


Figure 56 -

Intéressante secousse dont l'épicentre macroséismique coïncide avec la structure pétrolifère et gazéifère de Lacq (Pyrénées atlantiques). Une enquête macroséismique détaillée a été faite : 455 questionnaires envoyés ; 357 réponses dont 47 positives.

La surface macroséismique mesure environ 700 km². On a noté l'intensité 5 à Urdès, Castillon, Audéjos et Labastide Cézéraçq (c. d'Arthez) et à Os-Marsillon (c. de Lagor), 4-5 à Arthez, 4 à Artix et Cescau (c. d'Arthez), Besingrand et Lacq (c. de Lagor), Arbus (c. de Lescar). La carte macroséismique figure 56 montre que la zone d'intensité maximum correspond exactement avec la structure gazéifère de Lacq. La secousse a été ressentie jusqu'à Pau et en particulier dans les villages situés sur les alluvions du Gave de Pau. La secousse a été signalée en quelques points isolés en dehors de la zone macroséismique proprement dite, en particulier dans le département des Landes à Tilh (c. de Fouillon), Monget (c. de Hagetmau) et Geaune. Les observations faites à Lanne, Issor et Arette sont douteuses ; elles pourraient correspondre à une faible secousse sur l'accident nord-pyrénéen le même jour vers 21 h. 30 mn. (T.C.).

Le gisement de gaz fortement sulfuré de Lacq est situé au sommet du Jurassique vers 3000 à 3500 m de profondeur et a été mis en exploitation en 1955 ; la production annuelle dépassait 8 milliards de m³ en 1969 ; la production cumulée depuis le début de l'exploitation atteignait alors 75 milliards de m³.

L'hypothèse des séismes déclenchés par une exploitation intensive de gaz a été formulée par Caloi pour expliquer l'important séisme qui s'est produit dans la plaine du Pô en 1951 (voir : P. Caloi, M. de Panfilis, D. Di Filippo, L. Marcelli, M.C. Spadea, Terremoti della Val Padana del 15-16 Maggio 1951, Ann. Geofisica, IX, 1956, pp. 63-105 ; P. Caloi, G. Romualdi, M.C. Spadea, Caratteristiche sismiche e geodinamiche della Val Padana quali risultano dall' attività sismica ivi verificatasi dall' inizio dell' Era Volgare a tutto il 1969, Ann. Geofisica, XXIII, 1970, pp. 60-157 ; P. Caloi, How nature reacts on human intervention : responsibilities of those who cause and who interpret such reactions, Ann. Geofisica, XXIII, 1970, pp. 283-305). On sait par ailleurs que la technique d'exploitation de champs pétrolifères par injection d'eau dans les puits a entraîné dans le cas du champ pétrolifère de Rangely une sismicité notable (voir : R.C. Munson, Relationship of effect of water-flooding of the Rangely Oil Field on Seismicity, Engineering Geology Case Histories, Number 8, Geol. Soc. Amer., 1970, pp. 39-50).

On peut donc penser que le séisme du 24 novembre 1969 est un séisme artificiel provoqué par l'exploitation du gisement de Lacq. Le service géologique de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (SNPA) pense de son côté que ce séisme a pu être causé par le rejeu de l'une des failles du plan de chevauchement du pays nord-pyrénéen et plus précisément du pli-faille de Lagor qui borde le flanc Sud de la structure de Lacq. (M. J. Viltart, communication personnelle). On notera que le véritable accident nord-pyrénéen séismique (ligne Arette-Arudy) passe à environ 35 km au sud de Lacq.

Observations microsismiques :

| Km | | | 10 h. 52 mn. 03 s. | | | |
|------|---------------|-------|--------------------|------|------|--------------------|
| 72 | Bagnères | iPg | | | | |
| 112 | Logrono | i(Pn) | 52 | 23 | iSn | 10 h. 52 mn. 45 s. |
| 200 | Frestale | iPg | 52 | 21,4 | | |
| 201 | Pouchou | iPg | 52 | 21,6 | | |
| 234 | Archignac | iPg | 52 | 30,6 | | |
| 302 | Tortosa | iPg | 52 | 41 | | |
| 388 | Toux | iPn | 52 | 43,6 | | |
| 486 | Toledo | ePg | 53 | 16,7 | | |
| 515 | Cadarache | e | 53 | 12 | | |
| 517 | St Saulge | iPn | 52 | 59,1 | | |
| 531 | Monteynard | | | | eSg | 54 18 |
| 551 | Lormes | iPn | 53 | 03,9 | | |
| 552 | Gorron | eiPn | 53 | 04,1 | | |
| 561 | Alicante | ePn | 53 | 08,5 | eSn | 54 05 |
| 564 | Lorgues | eiPn | 53 | 07,0 | | |
| 575 | St Sauveur | eiPn | 53 | 07,6 | | |
| 593 | Folinière | eiPn | 53 | 09,5 | | |
| 621 | Isola | e | 53 | 15,3 | | |
| 627 | Roselend | ePn | 53 | 16 | eiSg | 54 55 |
| 634 | Lanslevillard | ePn | 53 | 19 | | |
| 739 | Cartuja | iP | 53 | 31 | | |
| 743 | Haudompré | | | | eSg | 55 25 |
| 756 | Servance | | | | eSg | 55 36 |
| 786 | Bâle | e | 54 | 53 | e | 56 48 |
| 823 | Champ du Feu | | | | eSg | 55 44 |
| 829 | Welschbruch | ePn | 53 | 49 | eiSg | 55 47,6 |
| 840 | Dourbes | eiPn | 53 | 44,1 | | |
| 846 | Warmifontaine | e | 55 | 13,0 | | |
| 865 | Strasbourg | | | | eSg | 56 00 |
| 939 | Gileppe | ePn | 53 | 54 | | |
| 1023 | Bensberg | e | 56 | 31,3 | eSg | 56 56 |
| 1062 | Fürstenfeld | | | | eSg | 56 49 |
| 1140 | Grafenberg | | | | eSg | 57 17,9 |
| 1225 | Moxa | e | 57 | 20 | | |
| 1347 | Collm | e | 58 | 23 | e | 58 53 |
| 1365 | Pruhonice | ei | 58 | 16 | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macrosismique (43°25'N, 0°36'W). Heure origine calculée : 10 h. 51 mn. 50 s. Les données ci-dessus définissant une vitesse Pg voisine de 5,8 km/s.

170. - 10 janvier 1970 à 21 h. 48 mn. et à 22 h. 11 mn. - Vosges : 48°0 N, 6°8 E

Enquête macrosismique : 43 questionnaires envoyés ; 35 réponses dont 1 positive. La seule réponse positive a été reçue de Sapois (48°01'N, 6°45'E) où la secousse a été accompagnée par un grondement et ressentie par plusieurs personnes (int. 3) ; elle a été suivie par 4 autres secousses moins fortes.

Données microsismiques :

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|
| 18 | Servance | iPg | 21 h. 48 mn. 39,6 s. | iSg | 21 h. 48 mn. 41,8 s. | |
| 32 | Haudompré | iPg | 48 42,1 | iSg | 48 46,1 | |
| 57 | Champ du Feu | iPg | 48 46,4 | iSg | 48 53,4 | |
| 61 | Welschbruch | iPg | 48 47,4 | iSg | 48 55,1 | |
| 130 | Bühlerhohe | iPg | 48 56,6 | | | |

La secousse a également été inscrite à Bâle.

Coordonnées épicentrales calculées : 48°00'0 ± 1'0 N, 6°48'0 ± 1'5 E ; Heure origine calculée : 21 h. 48 mn. 36,5 s. L'épicentre calculé est situé à 4 km au Sud-Est de Sapois où la secousse a été ressentie.

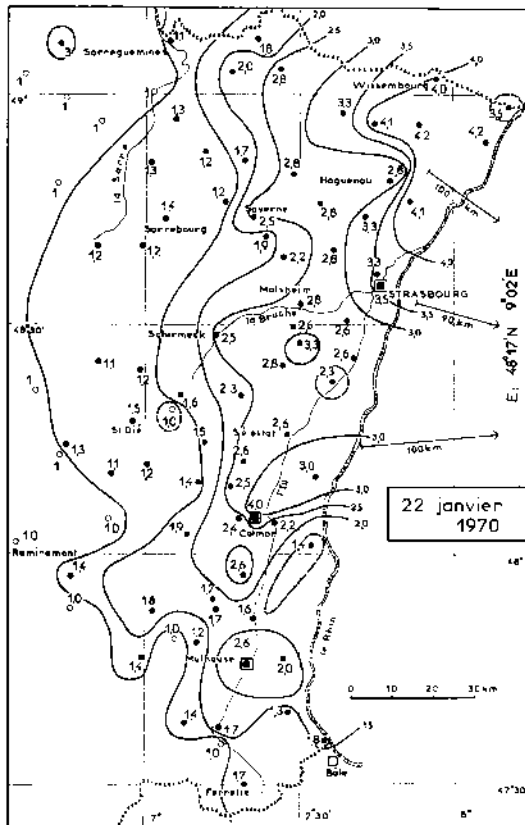
Réplique

Une réplique a été enregistrée 23 minutes plus tard.

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----------------------|-----|----------------------|--|
| 18 | Servance | iPg | 22 h. 11 mn. 44,4 s. | iSg | 22 h. 11 mn. 46,6 s. | |
| 32 | Haudompré | iPg | 11 46,9 | iSg | 11 50,9 | |
| 58 | Champ du Feu | iPg | 11 51,2 | iSg | 11 58,2 | |
| 63 | Welschbruch | iPg | 11 52,6 | iSg | 12 00,2 | |
| 131 | Bühlerhohe | iPg | 12 03,7 | | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 47°59'5 ± 0,2 N, 6°48'9 ± 0'4 E ; Heure origine calculée : 22 h. 11 mn. 41,5 s. L'épicentre calculé - avec une excellente précision - est voisin de celui de la secousse précédente et est situé à 3 km au Sud-Sud-Est de Sapois.

171. - 22 janvier 1970 à 15 h. 25 mn. - Souabe : 48°17'N, 9°02'E



Important séisme de magnitude M voisine de 5,4 : MLH 5,7 (Wien) ; M_{loc} 5,4 (Bensberg) ; MLH 5,3 (Prunonice) ; MLH 5,2 (Moxa) ; M 4,9 (Collm) ; m 4,5 (CGS). La secousse a provoqué des dégâts dans la région épicentrale (int. 7 à Jungingen, 6-7 à Onstmettingen et Tailfingen. Heure origine : 15 h. 25 mn. 17,5 s. Le foyer est presque exactement le même que celui de la secousse un peu moins forte du 26 février 1969 (voir plus haut n° 159).

Une étude détaillée de la propagation de la secousse de 1970 dans l'Est de la France a été effectuée : 1266 questionnaires envoyés, 995 réponses dont 489 positives. En Alsace, dans le département du Bas-Rhin on a noté l'intensité 6 à Stundwiller (c. de Seltz) où des chutes de briques de cheminées ont été signalées ; l'intensité 5 a été observée à Seltz, Schaffhausen et Trimbach (c. de Seltz), Birlenbach, Hermersviller, Ingolsheim et Lobsann (c. de Soultz), Eschbach, Froeschwiller, Laubach et Morsbronn (c. de Woerth), Fort-Louis (c. de Bischwiller), Uttenhoffen (c. de Niederbronn), Fegersheim (c. de Geipolsheim). A Strasbourg la secousse a été ressentie par une partie importante de la population, en particulier aux étages élevés des immeubles du quartier de l'Esplanade. En Moselle, l'intensité 5 a été notée à Saint-Louis-les-Bitche.

Le tableau suivant permet de comparer les intensités moyennes par canton pour les deux secousses du 26 février 1969 et du 22 janvier 1970 (pour le calcul de la moyenne les observations négatives sont considérées comme correspondant à l'intensité 1).

Figure 57 -

BAS - RHIN

| | 1969 | 1970 | | 1969 | 1970 |
|---------------|------|------|---------------|------|------|
| Seltz | 3,5 | 4,2 | Wasselonne | 2,6 | 2,2 |
| Soultz | 3,7 | 4,2 | Saales | 1,2 | 1,6 |
| Woerth | 3,8 | 4,1 | Obernai | 2,5 | 3,3 |
| Wissembourg | 3,3 | 4,0 | Geispolsheim | 2,6 | 3,0 |
| Lauterbourg | 3,7 | 3,5 | Erstein | 2,6 | 2,6 |
| Bischwiller | 3,8 | 4,1 | Benfeld | 2,6 | 2,3 |
| Niederbronn | 3,1 | 3,3 | Marckolsheim | 2,3 | 3,0 |
| Haguenuau | 2,8 | 2,8 | Barr | 2,5 | 2,8 |
| Strasbourg | 3,5 | 3,5 | Sélestat | 1,9 | 2,6 |
| Brumath | 3,1 | 3,3 | Villé | 2,0 | 2,3 |
| Schiltigheim | 3,3 | 3,3 | Bouxwiller | 2,8 | 2,8 |
| Hochfelden | 3,2 | 2,8 | Saverne | 2,9 | 2,5 |
| Truchtersheim | 2,7 | 2,8 | Marmoutier | 2,4 | 1,9 |
| Molsheim | 2,9 | 2,8 | Petite-Pierre | 2,2 | 1,7 |
| Rosheim | 3,0 | 2,6 | Sarre-Union | 1,1 | 1,3 |
| Schirmeck | 2,0 | 2,5 | Drulingen | 1,2 | 1,2 |

HAUT - RHIN

| | 1969 | 1970 | | 1969 | 1970 |
|--------------|------|------|--------------|------|------|
| Colmar | ? | 4,0 | Mulhouse | ? | 2,6 |
| Andolsheim | 1,7 | 2,2 | Wittenheim | ? | 2,6 |
| Wintzenheim | 1,2 | 2,4 | Sierentz | 1,3 | 2,4 |
| Munster | 2 | 1,9 | Habsheim | 1,2 | 2,0 |
| Neuf-Brisach | 1,3 | 1,4 | Huningue | 1,1 | 1,6 |
| Ribeauvillé | 2,5 | 2,6 | Saint-Amarin | 1 | 1,8 |
| Kaysersberg | 2,2 | 2,5 | Masevaux | 1 | 1,4 |
| Sainte-Marie | 1 | 1,5 | Cernay | 1 | 1,2 |
| Lapoutroie | 1 | 1,4 | Thann | 1 | 1,0 |
| Rouffach | 1,6 | 2,6 | Altkirch | 1 | 1,7 |
| Guebwiller | 1 | 1,7 | Ferrette | 1 | 1,7 |
| Soultz | ? | 1,7 | Dannemarie | 1 | 1,4 |
| Ensisheim | 1,2 | 1,6 | Hirsingue | 1 | 1,0 |

MOSELLE

| | 1969 | 1970 | | 1969 | 1970 |
|------------|------|------|---------------|------|------|
| Sarrebourg | 1,6 | 1,4 | Bitche | 2,3 | 2,8 |
| Fénétrange | 2 | 1,3 | Rohrbach | 1,5 | 2,0 |
| Phalsbourg | 1,2 | 1,2 | Volmunster | 1,3 | 1,8 |
| Rechicourt | 1,0 | 1,2 | Sarreguemines | 1,0 | 1,1 |

Les intensités moyennes par cantons ont été reportées sur la figure 54 (pour la secousse du 26 février 1969) et sur la figure 57 (pour la secousse du 22 janvier 1970). La comparaison de ces deux cartes montre que dans les deux cas les secousses ont été, à distance égale de l'épicentre, ressenties plus fortement dans le nord de l'Alsace, le Massif cristallin de la Forêt-Noire paraissant faire obstacle à la propagation des ondes. Par ailleurs la secousse du 22 janvier 1970 -qui s'est produite de jour et dont la magnitude était plus forte- s'est étendue un peu plus largement que celle du 26 février 1969. Cependant même pour la secousse de 1970 le rayon de la surface macroséismique dans l'Est de la France n'a pas dépassé 180 km alors que le rayon moyen pour l'ensemble de la surface macroséismique aurait, d'après le service séismologique de Bade-Württemberg, atteint 250 km.

Une étude d'ensemble de la sismicité du Jura Souabe a été publiée (G. Schneider, Seismizität und Seismotektonik der Schwäbischen Alb, F. Enke Verlag, Stuttgart, 1971, 79 p.).

p.m. - 1er février 1970 à 05 h, 07 mn. - Piémont : 45°1 N, 7°3 E

Séisme inscrit dans une quinzaine de stations ; le calcul épicalentral a fourni les résultats suivants : 45°06' ± 1'N, 7°19' ± 2'E ; H = 05 h, 07 mn, 46,4 s. Le foyer est situé sur l'arc séismique piémontais et pratiquement confondu avec celui du séisme du 9 octobre 1969 à 03 h, 31 mn. (voir plus haut). Pas d'observations macroséismiques en France.

172. - 23 février 1970 à 14 h, 42 mn. - Moselle : 49°08'N, 6°46'E

La secousse a été ressentie sur une surface de 110 km² dans le département de la Moselle ; 4-5 à Hombourg-Haut, 4 à Freyming et Bening, 3 à Merlebach, Saint-Avold, Varsberg, 2 à Hoste-Haut, Falck, Hargarten, Seingbouse, Forbach, Carling, Betting (14 réponses positives, 48 négatives). La secousse n'a pas été ressentie en Sarre. L'épicentre macroséismique est voisin de Hombourg-Haut. Il est possible qu'il s'agisse d'un coup de toit dans l'une des mines du bassin houiller ; cependant aucune observation positive n'a été faite dans les mines.

La secousse a été enregistrée dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 88 | Champ du Feu | ePg | 14 h. 43 mn. | 06,5 s. | | | |
| 89 | Welschbruch | iPg | 43 | 09,8 | iSg | 14 h. 43 mn. | 21,0 s. |
| 127 | Haudompré | ePg | 43 | 13,0 | | | |
| 129 | Warmifontaine | ePg | 43 | 19,1 | eSg | 43 | 31,5 |
| 142 | Servance | ePg | 43 | 15,8 | | | |
| 174 | Gileppe | ePg | 43 | 22,0 | eSg | 43 | 42,0 |
| 192 | Dourbes | ePn | 43 | 23,7 | eS | 43 | 43,4 |
| 208 | Bensberg | | | | eSg | 43 | 55,5 |
| 329 | Grafenberg | ePn | 43 | 41,5 | | | |
| 388 | Moxa | | | | eSg | 43 | 43,0 |
| 508 | Collmberg | | | | eSg | 45 | 26,0 |

Coordonnées épicentrales calculées : 49°06'7 ± 2'1 N, 6°46'3 ± 4'1 E ; Heure origine calculée : 14 h. 42 mn. 53,4 s.

173. - 14 mars 1970 à 04 h, 08 mn. - Bouches-du-Rhône : 43°39'N, 5°36'E

Secousse très localisée, ressentie sur une surface de 50 km² seulement, intéressant les villages de Jouques et Peyrolles. D'après l'enquête détaillée faite sur le terrain par M. Rémy l'épicentre est situé entre ces deux localités et a pour coordonnées 43°39'N, 5°36'E. L'intensité observée n'a pas dépassé le degré 5 (voir : J. Rémy, Les séismes de Jouques, mars 1970, CNRS, Service d'Etudes de Sécurité radiologique, avril 1970).

Trois autres secousses ont été ressenties le 10 mars à 17 h. 52 mn. 05 s., le 14 mars à 06 h. 09 mn. et le 19 mars à 17 h. 50 mn.

La secousse principale a été inscrite dans quelques observatoires :

| Km | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|
| 13 | Cadarache | iPg | 04 h. 08 mn. | 30,8 s. | iSg | 04 h. 08 mn. | 32,6 s. |
| 65 | Lorgues | iPg | 08 | 39,8 | | | |
| 80 | Mourre | iPg | 08 | 42,0 | iSg | 08 | 51,3 |
| 90 | St Paul | iPg | 08 | 43,8 | iSg | 08 | 57,3 |
| 135 | Isola | iPg | 08 | 51,8 | iSg | 09 | 07,4 |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macroséismique ; Heure origine calculée (avec $V_{ps} = 5,8$ km/s) ; 04 h. 08 mn. 28,5 s. Le foyer est probablement très proche de la surface.

174 à 178. - 13 mars 1970 au 5 avril 1970 - Essaim d'Andorre : 42°5 N, 1°45'E

Entre le 13 mars et le 15 avril 1970 une série de secousses ont été fortement ressenties en Andorre, dans le Nord de l'Espagne et en France en Ariège et dans les Pyrénées-orientales, en particulier à Porte et Porta. La répétition des secousses provoqua parmi la population de la vallée de Carol une certaine inquiétude accrue par la crainte que le barrage de Lanoux ait pu être endommagé par les secousses. En fait il n'a pas été signalé de dégâts notables même dans la région épicentrale située au voisinage du point de rencontre des 3 frontières Andorre-France-Espagne (42°30'N, 1°45'E).

La libération d'énergie s'est faite de façon très irrégulière et c'est la dernière secousse, celle du 5 avril, qui a été la plus forte ; ce mécanisme est caractéristique d'un "essaim" de secousses. D'après les enregistrements de la station de Haudompré on peut comparer entre elles les principales secousses de l'essaim en prenant pour base la secousse du 14 mars à 00 h. 32 mn.

| | | | |
|--------|---------|--------------|-----------------------------|
| n° 174 | 14 mars | 00 h. 32 mn. | 1 |
| 175 | 14 mars | 15 h. 48 mn. | énergie 3 fois plus forte |
| 176 | 16 mars | 06 h. 26 mn. | énergie 2,4 fois plus forte |
| 177 | 5 avril | 06 h. 50 mn. | énergie 4 fois plus forte |

On trouvera ci-dessous une description des principales secousses.

- 13 mars, vers 22 h.

Première secousse de l'essaim, ressentie 3 à Cortinada et Arinsal, localités situées dans la partie nord-ouest de la principauté d'Andorre. Pas d'inscriptions.

- 14 mars, à 00 h. 09 mn.

Ressentie 4-5 à Seo d'Urgel et dans plusieurs localités de l'Andorre (4-5 à Arinsal, 4 à Andorra Vieille et les Escaldès, 3-4 à Ordino, la secousse s'est assez largement étendue en France dans l'Ariège (5 à Urs, 4 à Orgeix, 3 à Pcrles-Castellet, Niaux, Siguer, signalée à l'Hospitalet, Mérens, Cabannes, Aulos, Lassur, Luzenac) et dans les Pyrénées orientales (signalée à Latour de Carol, Porté, Porta, Enveitg, Osséja). Le rayon de la surface macroséismique est d'environ 30 km.

La secousse a été inscrite dans 19 stations françaises et espagnoles. L'épicentre calculé a pour coordonnées $42^{\circ}27' \pm 3'N$, $1^{\circ}51' \pm 5'E$; H = 00 h. 09 mn. 46 s.

174, - 14 mars à 00 h. 32 mn.

Plus importante que la précédente la secousse a été ressentie en Andorre, à Seo d'Urgel (4-5) et en France assez largement dans les cantons d'Ax (5-6 à l'Hospitalet, 4-5 à Mérens, 4 à Orgeix), de Cabannes (5 à Aulos, Lassur, Luzenac, Sinsat; 4 à Cabannes, 3-4 à Larnat, etc ...), de Vic-Dessos (4 à Vic-Dessos, 3 à Siguer) et de Tarascon (3 à Niaux). Elle a été signalée dans le canton de Saillagouse (Pyrénées orientales), à Porta où 4 secousses ont été ressenties en l'espace de 10 minutes. Enveitg, Latour de Carol, Porté, Dorres, Ville-neuve-des-Escaldas. Le rayon de la surface macroséismique est d'environ 35 km.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|----------------------|-------|--------------------|--|--|
| 121 | Barcelone | Pn | 00 h. 32 mn. 54,0 s. | i | 00 h. 33 mn. 09 s. | | |
| 214 | Tortosa | Pn | 33 06 | iSg | 33 34 | | |
| 250 | Pouchou | Pn | 33 09,9 | | | | |
| 284 | Archignac | Pn | 33 15,2 | | | | |
| 286 | Frestale | Pn | 33 13,4 | | | | |
| 354 | Logrono | Pn | 33 24 | Pg | 33 32 | | |
| 379 | Clermont | Pg | 33 36,5 | e | 34 33 | | |
| 388 | Lorgues | Pn | 33 27,9 | | | | |
| 397 | Mourre | Pn | 33 28,7 | | | | |
| 417 | Monteynard | Pn | 33 30,9 | | | | |
| 417 | St Paul | Pn | 33 31,6 | | | | |
| 418 | Souterraine | Pn | 33 31,3 | | | | |
| 425 | Toulx | Pn | 33 31,8 | | | | |
| 467 | Isola | Pn | 33 37,1 | | | | |
| 517 | Lans | Pn | 33 44,4 | Sg | 35 06 | | |
| | Lans | Pg | 34 01,3 | | | | |
| 525 | Roselend | Pn | 33 45,5 | | | | |
| 530 | Buteaux | Pn | 33 49,7 | | | | |
| 533 | Vouglans | Pg | 34 02,0 | Sg | 35 06,5 | | |
| 534 | St Saulge | Pn | 33 47,4 | | | | |
| 568 | Tolède | Pn | 33 50,0 | | | | |
| 625 | Besançon | | | Sg | 35 40,4 | | |
| 687 | Gorron | Pn | 34 04,1 | | | | |
| 694 | St Sauveur | Pn | 34 03,1 | | | | |
| 710 | Haudompré | Pg | 34 31,7 | | | | |
| 720 | La Folinière | Pn | 34 07,8 | | | | |
| 785 | Champ du Feu | Pg | 34 45,6 | | | | |
| 789 | Welschbruch | Pg | 34 45,5 | e(Sg) | 36 18,2 | | |
| 862 | Warmifontaine | | | e(Sg) | 36 42,0 | | |
| 874 | Dourbes | (Pn) | 34 33,3 | | | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées $42^{\circ}29' \pm 3'N$, $1^{\circ}47'5 \pm 4'E$; H = 00 h. 32 mn. 33,4 s.

. - 14 mars, vers 8 h. 45 mn.

Faible secousse signalée à l'Hospitalet.

175. - 14 mars à 15 h. 48 mn.

Enquête macroséismique : 193 questionnaires envoyés ; 171 réponses dont 111 positives.

Forte secousse largement ressentie (figure 58) ; le rayon de la surface macroséismique en France est d'environ 50 km. L'intensité maximum (5-6) a été atteinte en Andorre à Sant-Julia de Loria (chute de plâtre et fentes au plafond de l'école) et à Andorra la Vella (chute de tableaux ; frayeur). L'intensité a probablement été plus forte dans la zone montagneuse dans la région sud-est de la principauté. En Espagne la secousse a été ressentie à Seo d'Urgel (5), Berga, Navès et Llavorsi (4) et signalée à Viella, Tarragone et Barcelone.

Observations microséismiques :

| Km | | | | | O - C | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|--------|----|--------------|-------|
| 130 | Barcelone | Pn | 15 h. 48 mn. | 31,0 s. | - 1,97 | i | 15 h. 48 mn. | 46 s. |
| 220 | Tortosa | Pn | 48 | 44,0 | 0,01 | | | |
| 240 | Pouchou | Pn | 48 | 46 | - 0,44 | | | |
| 275 | Archignac | Pn | 48 | 51,9 | 1,27 | | | |
| 277 | Frestale | Pn | 48 | 50,5 | - 0,39 | | | |
| 351 | Logrono | Pn | 48 | 59 | - 0,88 | e | 49 | 33 |
| 371 | Clermont | Pg | 49 | 14 | 0,53 | | | |
| 388 | Lorgues | Pn | 49 | 04,9 | 0,57 | | | |
| 397 | Mourre | Pn | 49 | 05,9 | 0,41 | | | |
| 410 | Souterraine | Pn | 49 | 06,6 | - 0,55 | | | |
| 413 | Monteynard | Pn | 49 | 06,9 | - 0,61 | Sg | 50 | 14,0 |
| 415 | Toulx | Pn | 49 | 08,0 | 0,20 | | | |
| 416 | St Paul | Pn | 49 | 08,1 | 0,19 | | | |
| 478 | Monaco | Pn | 49 | 16,4 | 0,89 | | | |
| 479 | Alicante | Pn | 49 | 18,0 | 2,37 | e | 50 | 10,7 |
| 521 | Roselend | Pn | 49 | 22,9 | 2,10 | | | |
| 522 | Buteaux | Pn | 49 | 21,4 | 0,52 | | | |
| 525 | St Saulge | Pn | 49 | 20,7 | - 0,50 | | | |
| 526 | Vouglans | Pg | 49 | 40,1 | 0,35 | Sg | 50 | 43,5 |
| 548 | Lormes | Pn | 49 | 25,0 | 0,96 | | | |
| 571 | Toledo | Pn | 49 | 27,0 | 0,22 | e | 50 | 23 |
| 619 | Besançon | Pg | 49 | 54,5 | - 0,84 | Sg | 51 | 10,8 |
| 679 | Gorron | Pn | 49 | 40,0 | - 0,02 | | | |
| 687 | St Sauveur | Pn | 49 | 41,3 | 0,55 | | | |
| 704 | Haudompré | Pn | 49 | 42,5 | - 0,47 | | | |
| 708 | Servance | Pn | 49 | 41,6 | - 1,71 | | | |
| 712 | Folinière | Pn | 49 | 44,3 | 0,41 | | | |
| 778 | Champ du Feu | Pn | 49 | 52,4 | 0,39 | | | |
| 783 | Welschbruch | Pn | 49 | 55,6 | 2,94 | Sg | 51 | 55,6 |
| | Welschbruch | Pg | 50 | 20,0 | - 3,20 | | | |
| 816 | Strasbourg | Pg | 50 | 32,0 | 3,14 | Sg | 52 | 04,2 |
| 846 | Bühlerhöhe | Pg | 50 | 32,0 | - 1,78 | | | |
| 853 | Luxembourg | | | | | Sg | 52 | 19,0 |
| 855 | Warmifontaine | {Pn} | 50 | 09 | 7,54 | | | |
| 866 | Dourbes | Pn | 50 | 05,4 | 2,67 | | | |
| 875 | Porto | Pn | 50 | 06,6 | 2,73 | | | |
| 905 | Stuttgart | Pg | 50 | 42,5 | - 1,27 | | | |
| 937 | Uccle | {Pn} | 50 | 17,0 | 5,60 | | | |
| 971 | Fürstenfeld | {Pg} | 51 | 04,0 | 9,09 | | | |

Coordonnées épacentrales calculées : 42°34' ± 3'N, 1°46' ± 4'E ; Heure origine : 15 h. 48 mn. 10,5 s.

. - 15 mars à 06 h. 37 mn.

Secousse plus faible, ressentie en Andorre aux Escaldès et à Ordino et dans la haute vallée de l'Ariège à Mérens (5) et l'Hospitalet (4).

La secousse a été inscrite dans quelques observatoires. L'épicentre calculé a pour coordonnées 42°31' ± 2'N, 1°36' ± 8'E ; H = 06 h. 37 mn. 57,8 s.

. - 15 mars vers 09 h. 55 mn.

Secousse non inscrite ressentie aux Escaldès et à Lassar (Ariège).

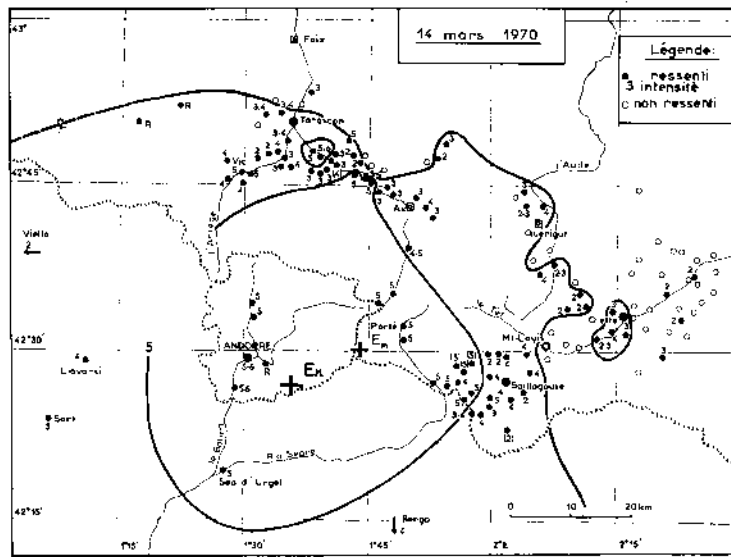


Figure 58 -

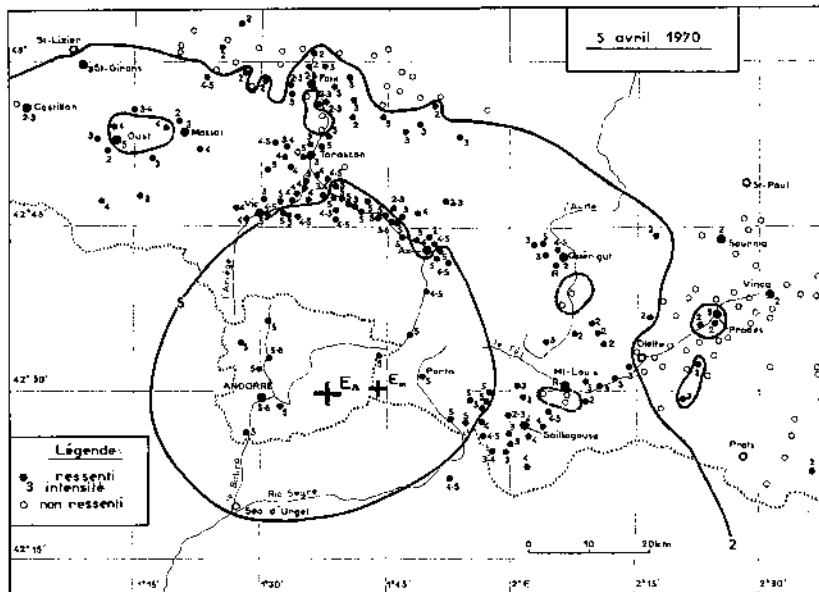


Figure 59 -

176. - 16 mars à 06 h. 26 mn.

Importante secousse qui dans l'Ariège a été aussi fortement et largement ressentie que la secousse du 14 mars à 15 h. 48 mn. ; elle a été un peu plus faible dans le département des Pyrénées orientales. On a noté l'intensité 5-6 à l'Hospitalet et à l'hôtel du Pas de la Case où les habitants sont sortis de leurs chambres et où une vitrine a été brisée.

Données microséismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|
| 126 | Barcelone | Pn | 06 h. 27 mn. | 02,0 s. | Sg | 06 h. 27 mn. | 17,0 s. |
| 216 | Tortosa | Pn | 27 | 14 | (Sg) | 27 | 50,5 |
| 244 | Pouchou | Pn | 27 | 18,4 | | | |
| 279 | Archignac | Pn | 27 | 23,3 | | | |
| 281 | Frestale | Pn | 27 | 22,4 | | | |
| 351 | Logrono | Pn | 27 | 32 | e | 28 | 06 |
| 376 | Clermont | Pn | 27 | 44 | | | |
| 388 | Lorgues | Pn | 27 | 35,9 | | | |
| 398 | Mourre | Pn | 27 | 36,6 | | | |
| 415 | Souterraine | Pn | 27 | 38,9 | | | |
| 416 | Monteynard | Pn | 27 | 39,3 | Sg | 28 | 42,4 |
| 418 | St Paul | Pn | 27 | 39,3 | | | |
| 420 | Toulx | Pn | 27 | 39,4 | | | |
| 466 | Isola | Pn | 27 | 44,9 | | | |
| 475 | Alicante | (Pn) | 27 | 50,5 | eSn | 28 | 44 |
| 480 | Monaco | Pn | 27 | 47,4 | | | |
| 515 | Lans | Pn | 27 | 53,5 | Pg | 28 | 10,0 |
| 525 | Roselend | Pn | 27 | 54,2 | Sg | 29 | 10,5 |
| | Roselend | Pg | 28 | 13,9 | | | |
| 526 | Buteaux | Pn | 27 | 52,2 | | | |
| 531 | Vouglans | Pg | 28 | 11,2 | Sg | 29 | 15,0 |
| 552 | Lormes | Pn | 27 | 56,8 | | | |
| 569 | Tolède | Pn | 27 | 58,0 | eSn | 28 | 54 |
| 623 | Besançon | Pg | 28 | 25,3 | (Sg) | 29 | 36,8 |
| 684 | Gorron | Pn | 28 | 11,1 | | | |
| 690 | St Sauveur | Pn | 28 | 12,5 | | | |
| 706 | Haudompré | Pn | 28 | 14,7 | Pg | 28 | 39,0 |
| 710 | Servance | Pg | 28 | 40,7 | | | |
| 715 | Folinière | Pn | 28 | 16,2 | | | |
| 781 | Champ du Feu | Pg | 28 | 50,2 | | | |
| 821 | Strasbourg | Pg | 29 | 03,0 | (Sg) | 30 | 49,1 |
| 855 | Luxembourg | | | | Sg | 30 | 54,0 |
| 859 | Warmifontaine | Pn | 28 | 32,0 | | | |
| 870 | Dourbes | Pn | 28 | 38,6 | Sg | 30 | 51,8 |
| 875 | Porto | Pg | 29 | 07,6 | | | |

Epicentre calculé : 42°31' ± 2'N, 1°46' ± 4'E ; H = 06 h. 26 mn. 41,4 s.

. - 16 mars à 06 h. 53 mn.

Faible secousse qui a passé généralement inaperçue ; signalée à Lassic (Ariège) ; inscrite dans quelques observatoires (Tortosa : Pn 06 h. 54 mn. 18 s., Sg 06 h. 54 mn. 44 s. ; Logrono : Pn 06 h. 54 mn. 37 s. ; Pouchou : Pg 06 h. 54 mn. 24,9 s. etc... En adoptant l'épicentre calculé pour la précédente secousse (16 mars à 06 h. 26 mn.) l'heure origine a pour valeur 06 h. 53 mn. 44 s.

. - 17 mars vers 03 h. 10 mn.

Ressentie faiblement à Ordino (Andorre) ; pas d'inscriptions.

. - 17 mars à 19 h. 28 mn.

Secousse inscrite dans quelques observatoires à grande sensibilité (Le Pouchou, Archignac, La Frestale, Toulx, Buteaux, St Saulge, Lormes). En adoptant l'épicentre calculé pour la secousse du 16 mars à 06 h. 26 mn. l'heure origine a pour valeur 19 h. 28 mn. 29 s.

177. - 18 mars à 02 h. 47 mn. : 42°5 N, 1°9 E

Secousse signalée en Andorre aux Escaldès, en Ariège à l'Hospitalet, Orgeix, dans les Pyrénées orientales à Enveitg, La tour de Carol, Osséja, Bourg-Madame, Ur, Estavar.

La secousse a été inscrite dans d'assez nombreux observatoires.

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|----|--------------|---------|----|--------------|---------|
| 120 | Barcelone | Pn | 02 h. 47 mn. | 37,0 s. | Sg | 02 h. 47 mn. | 52,0 s. |
| 219 | Tortosa | Pn | 47 | 50 | | | |
| 250 | Pouchou | Pn | 47 | 53,9 | | | |
| 283 | Archignac | Pn | 47 | 58,2 | | | |
| 288 | Frestale | Pn | 47 | 58,1 | | | |
| 362 | Logrono | Pg | 48 | 19,0 | | | |
| 379 | Lorgues | Pn | 48 | 10,4 | | | |
| 388 | La Mourre | Pn | 48 | 11,3 | | | |
| 409 | St Paul | Pn | 48 | 13,8 | | | |
| 410 | Monteynard | Pn | 48 | 14,0 | | | |
| 419 | Souterraine | Pn | 48 | 14,7 | | | |
| 422 | Toulx | Pn | 48 | 14,7 | | | |
| 510 | Lans | Pn | 48 | 26,7 | | | |
| 527 | Vouglans | | | | Sg | 49 | 50,0 |
| 577 | Tolède | Pn | 48 | 32,0 | | | |
| 691 | Gorron | Pn | 48 | 48,3 | | | |
| 695 | St Sauveur | Pn | 48 | 46,5 | | | |
| 720 | Folinière | Pn | 48 | 52,8 | | | |
| 785 | Welschbruch | Pg | 49 | 28,0 | | | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées 42°29'4 ± 1'1 N, 1°54' ± 2'E : heure origine : 02 h. 47 mn. 16,7s.

Cet épicentre est plus oriental que ceux des secousses précédentes. Il est possible que le foyer se soit légèrement déplacé vers l'Est, dans la région de la vallée de Carol où la secousse a effectivement été ressentie dans plusieurs communes.

178. - 5 avril à 06 h. 49 mn. : 42°33'N, 1°47'E

Après une période de repos l'activité sismique a repris le 5 avril avec une secousse qui est la plus forte de tout l'essai. Une enquête macrosismique détaillée a été faite (327 questionnaires envoyés, 272 réponses dont 161 positives). Le rayon de la surface macrosismique sur territoire français est d'environ 60 km (figure 59) ; la secousse s'est plus largement étendue dans le département de l'Ariège que les secousses précédentes. L'intensité maximum (5-6) a été observée en Andorre à Andorra et Ordino. En Espagne on a noté les intensités suivantes : 4-5 à Alp ; 4 à Berga, S. Juan de Abascdas, Bellver de Cerdana, Tarrega ; 3 à Ribas et Viella ; 2 à Molins de Rey, Malgret et Barcelone.

Observations microsismiques :

| Km | | | | | | | |
|-----|-------------|----|--------------|-------|----|--------------|-------|
| 129 | Barcelone | Pn | 06 h. 50 mn. | 20 s. | Sg | 06 h. 50 mn. | 38 s. |
| 242 | Pouchou | Pn | 50 | 35,2 | | | |
| 277 | Archignac | Pn | 50 | 40,0 | | | |
| 279 | Frestale | Pn | 50 | 40,0 | | | |
| 348 | Cadarache | Pn | 50 | 49,1 | | | |
| 351 | Logrono | Pg | 50 | 56,6 | | | |
| 373 | Clermont | Pn | 50 | 51,5 | | | |
| 376 | Badole | Pn | 50 | 52,7 | Pg | 51 | 02,5 |
| 387 | Lorgues | Pn | 50 | 53,6 | | | |
| 397 | Mourre | Pn | 50 | 54,5 | | | |
| 412 | Souterraine | Pn | 50 | 56,4 | | | |
| 417 | St Paul | Pn | 50 | 57,2 | | | |
| 418 | Toulx | Pn | 50 | 56,5 | | | |
| 478 | Monaco | Pn | 51 | 05,5 | Pg | 51 | 19,8 |
| 514 | Lans | Pg | 51 | 27,5 | | | |
| 523 | Roselend | Pn | 51 | 12,2 | Sg | 52 | 29,6 |
| | Roselend | Pg | 51 | 28,7 | | | |
| 524 | Buteaux | Pn | 51 | 10,0 | | | |
| 526 | St Saulge | Pn | 51 | 09,6 | | | |

| Km | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----------------------|------|----------------------|----|------|
| 528 | Vouglans | Pg | 06 h. 51 mn. 29,0 s. | Sg | 06 h. 52 mn. 33,0 s. | | |
| 551 | Lormes | Pn | 51 | 13,4 | | | |
| 571 | Tolède | Pn | 51 | 15,0 | | | |
| 620 | Besançon | Pg | 51 | 44,9 | Sg | 53 | 00 |
| 682 | Gorron | Pn | 51 | 29,7 | | | |
| 687 | St Sauveur | Pn | 51 | 30,3 | | | |
| 705 | Haudompré | Pn | 51 | 31,0 | | | |
| 707 | Servance | Pn | 51 | 32,4 | | | |
| 715 | Folinière | Pn | 51 | 33,4 | | | |
| 779 | Champ du Feu | Pn | 51 | 40,4 | | | |
| 784 | Welschbruch | Pn | 51 | 44,4 | (Sg) | 53 | 46,6 |
| 866 | Dourbes | Pn | 51 | 52,9 | | | |
| 884 | Karlsrué | Pg | 52 | 31,0 | | | |
| 905 | Stuttgart | Pg | 52 | 31,3 | | | |

La secousse a en outre été inscrite faiblement dans quelques observatoires plus éloignés (Luxembourg, Moxa, Collm, Krakow, Hensberg).

L'épicentre calculé a pour coordonnées $42^{\circ}32'7'' \pm 1'3''$ N, $1^{\circ}46'6'' \pm 1'8''$ E ; Heure origine : 06 h. 49 mn. 59,4 s.

Interprétation géologique :

L'épicentre macroséismique paraît se trouver dans la région du Pic Nègre ($42^{\circ}5' N$, $1^{\circ}6' E$) un peu à l'ouest de l'épicentre microséismique moyen ($42^{\circ}30' N$, $1^{\circ}44' E$). Cette région épiscopentrale appartient au massif granitique qui s'étend d'Andorra à Mont-Louis et est située un peu au nord de la zone de contact des terrains granitiques et des terrains primaires (siluriens et dévoniens) du sud des Pyrénées. La géologie de surface ne permet pas de trouver une explication simple à l'essai de secousses. Sur le bord sud des Pyrénées, en Cerdagne, la sismicité -quoi ue faible- n'est pas négligeable et on peut penser que comme sur le bord nord des Pyrénées il existe en profondeur un accident (pli - faille ?) qui correspond au plongement rapide des couches vers le sud.

Sismicité de l'Andorre et de la Cerdagne :

Nous avons extrait du fichier chorologique et géographique conservé au Bureau central sismologique français les données suivantes :

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| 29 juin 1862, | : | $42^{\circ}4' N$, $1^{\circ}5' E$, ressenti 4 à Seo d'Urgel |
| 21 janvier 1870, 20 h. 30 | : | $42^{\circ}5' N$, $2^{\circ}0' E$, 5 à Bourg Madame et Latour-de-Carol, ressenti à Puigcerda |
| 4 février 1876, 14 h. 30 | : | $42^{\circ}4' N$, $1^{\circ}9' E$, 7 à Alp |
| 10 juin 1876, | : | $41^{\circ}6' N$, $2^{\circ}2' E$, 8 à Castellar |
| 3 avril 1878, | : | $42^{\circ}1' N$, $1^{\circ}9' E$, 3 à Berga |
| 20 janvier 1894, | : | $42^{\circ}4' N$, $2^{\circ}0' E$, fort à Bourg-Madame |
| 16 décembre 1901, 13 h. | : | $42^{\circ}5' N$, $1^{\circ}8' E$; forte secousse dans le village de Porta, signalée à Latour-de-Carol |
| 18 juin 1903, 02 h. 02 | : | $42^{\circ}5' N$, $2^{\circ}1' E$, violente secousse de part et d'autre du col de la Perche (Saillagouse, Llo, Err, Osseja) |
| 29 septembre 1904, 12 h. 50 | : | $42^{\circ}5' N$, $1^{\circ}9' E$, ressenti dans la vallée de Carol ; autres secousses le 1er et le 2 octobre |
| 14 février 1912, 04 h. 50 | : | $42^{\circ}4' N$, $2^{\circ}0' E$, 3 à Puigcerda |
| 7 octobre 1914, 11 h. 45 | : | $42^{\circ}3' N$, $2^{\circ}0' E$, 4 à Pobla de Lillet |
| 21 juin 1917, 10 h. 40 | : | $42^{\circ}4' N$, $2^{\circ}1' E$, 5 à Llivia ; réplique le 22 juin à 12 h. 24, 4 à Llivia |
| 22 février 1918, 20 h. 26 | : | $42^{\circ}3' N$, $1^{\circ}5' E$, 5 à Seo d'Urgel |
| 9 août 1922, 22 h. 37 | : | $42^{\circ}5' N$, $2^{\circ}0' E$, 4 à Llivia |
| 21 octobre 1922, 00 h. 54 | : | $42^{\circ}4' N$, $2^{\circ}0' E$, 4 à Puigcerda, ressenti à Bourg-Madame |
| 25 mai 1948, 10 h. 49 | : | $42^{\circ}4' N$, $1^{\circ}5' E$, 4 à Seo d'Urgel |

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| 13 février 1949, 05 h. 06 | : | 42°2 N, 1°7 E, 6 à Coldejou |
| 13 septembre 1963, 04 h. 04 | : | 42°4 N, 1°5 E, ressenti en Andorre et Ariège ; épicode dans la région de Seo d'Urgel |
| 8 juillet 1965, 03 h. 21 | : | ressenti 4 en Andorre, 3 à Seo d'Urgel et dans une partie de la Catalogne |

Le tableau ci-dessus montre que les secousses de mars-avril 1970 ne constituent pas un phénomène exceptionnel ; Seo d'Urgel, Bourg-Madame, Llivia, la vallée de Latour-de-Carol ont déjà à plusieurs reprises été ébranlées par des secousses avec une intensité qui est toujours restée faible. On notera toutefois que les renseignements en provenance de la Principauté d'Andorre sont jusqu'ici très rares. Une étude des archives de la Principauté permettrait peut-être d'augmenter notre documentation et de préciser les relations des secousses avec la géologie pyrénéenne.

179. - 24 mars 1970 à 08 h. 35 mn. - Savoie : 45°1 N, 6°4 E

Pas de renseignements macroséismiques.

| Km | | | | | | | |
|-----|----------|------|----------------------|------|----------------------|--|--|
| 58 | Lans | iPg | 08 h. 35 mn. 50,2 s. | iSg | 08 h. 35 mn. 54,7 s. | | |
| 73 | Roselend | eiPg | 35 55,8 | eiSg | 36 03,6 | | |
| 121 | Isola | iPg | 36 02,4 | iSg | 36 15,0 | | |
| 175 | St Paul | iPg | 36 13,6 | | | | |
| 180 | Monaco | | | eiSg | 36 37,6 | | |
| 183 | Lorgues | iPg | 36 15,5 | | | | |
| 195 | Mourre | iPg | 36 17,1 | | | | |

Épicentre calculé : 45°06' ± 2'5 N, 6°13' ± 8'E ; heure origine : 08 h. 35 mn. 43,1 s.

L'épicentre calculé, peu précis, est situé au nord-ouest de La Grave (Hautes-Alpes). Il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

180. - 24 mars 1970 à 09 h. 37 mn. - Savoie : 45°08'N, 6°4 E

Pas de renseignements macroséismiques.

| Km | | | | | | | |
|-----|------------|-----|----------------------|------|----------------------|--|--|
| 42 | Lans | iPg | 09 h. 37 mn. 15,6 s. | iSg | 09 h. 37 mn. 20,1 s. | | |
| 60 | Monteynard | ePg | 37 18,0 | eiSg | 37 26,0 | | |
| 63 | Roselend | ePg | 37 20,2 | eiSg | 37 28,3 | | |
| 118 | Isola | iPg | 37 27,7 | iSg | 37 40,3 | | |
| 175 | Monaco | | | eiSg | 38 02,9 | | |
| 177 | St Paul | iPg | 37 39,0 | | | | |
| 188 | Lorgues | iPg | 37 41,0 | | | | |
| 198 | Mourre | iPg | 37 42,6 | | | | |

Épicentre calculé : 45°08'5 ± 1'8 N, 6°25'2 ± 2'4 E ; heure origine : 09 h. 37 mn. 08,6 s.

Bien que le calcul fournisse des résultats différents pour les secousses du 24 mars à 08 h. 35 mn. et à 09 h. 37 mn. il est probable - compte tenu des différences Sg-Pg analogues pour les deux secousses à Lanslevillard et à Isola et des mêmes différences des temps d'arrivée des ondes Pg aux trois stations de Provence (Saint-Paul, Lorgues, Mourre) - que les deux secousses ont le même épicode voisin du point de coordonnées 45°08'N, 6°4 E. Ce point est situé au voisinage de Valloire (Savoie). Il n'est pas exclu qu'il puisse s'agir de séismes artificiels (tirs au camp des Rochilles : 45°05'N, 6°28'E).

181. - 24 mars 1970 à 11 h. 44 mn. - Var : 43°6 N, 6°1 E

Pas de données macroséismiques.

| Km | | | | | |
|----|---------|-----|----------------------|--|--|
| 24 | Lorgues | iPg | 11 h. 44 mn. 57,4 s. | | |
| 41 | Mourre | iPg | 44 59,5 | | |

| Km | | | | | | |
|-----|----------|------|--------------|---------|------|----------------------|
| 48 | St Paul | iPg | 11 h. 45 mn. | 02,0 s. | | |
| 101 | Isola | iPg | 45 | 10,7 | iSg | 11 h. 45 mn. 23,4 s. |
| 201 | Lans | eiPn | 45 | 23,7 | eiSg | 45 51,4 |
| | Lans | eiPg | 45 | 24,6 | | |
| 238 | Roselend | eiPg | 45 | 35,0 | | |

Epicentre calculé : 43°34'8 ± 1'4 N, 6°05'7 ± 4'0 E ; heure origine calculée : 11 h. 44 mn. 53,3 s.

L'épicentre calculé est situé dans le nord du département du Var, entre Barjols et Salernes (artificiel ?).

182. - 25 avril 1970 à 02 h. 17 mn. - Vienne : 46°6 N, 0°45'E

Une enquête faite tardivement dans le département de la Vienne auprès de quelques instituteurs dans la région de l'épicentre macroséismique a fourni les résultats suivants : intensité 3 à Lussac-le-Château (ch. 1. c.) et à Antigny (c. de St-Savin) ; secousse ressentie également à Nalliers et Jardres ainsi que faiblement à Poitiers (d'après la Presse) ; réponses négatives de St-Savin, Pouzioux et Leignes (c. de Chauvigny), Jouhet (c. de Montmorillon), Haims (c. de La Trimouille).

| Km | | | | | | |
|-----|--------------|-------|--------------|---------|-------|----------------------|
| 183 | Archignac | ePn | 02 h. 17 mn. | 34,3 s. | | |
| 187 | Frestale | ePn | 17 | 34,6 | | |
| 191 | Garchy | e(Pn) | 17 | 36,4 | iSg | 02 h. 18 mn. 01,3 s. |
| | Garchy | iPg | 17 | 39,2 | | |
| 203 | Clermont | | | | e(Sg) | 18 08,5 |
| 218 | Pouchou | ePn | 17 | 38,8 | | |
| 228 | St Sauveur | ePn | 17 | 41,5 | | |
| 231 | Gorron | ePn | 17 | 38,9 | | |
| 256 | Folinière | ePn | 17 | 44,3 | | |
| 328 | Badole | | | | iSg | 18 40,9 |
| 409 | Moulis | ePg | 18 | 14,0 | | |
| 450 | Haudompré | ePg | 18 | 22,5 | | |
| 476 | Servance | ePg | 18 | 25,8 | | |
| 528 | Champ du Feu | ePg | 18 | 36,0 | | |
| 534 | Welschbruch | iPg | 18 | 37,1 | iSg | 19 40 |

Epicentre calculé : 46°37'2 ± 1'7 N, 0°46'0 ± 2'4 E ; heure origine calculée : 02 h. 17 mn. 05,7 s. L'épicentre calculé est situé à 30 km à l'Est de Poitiers ; les données macroséismiques, peu concordantes, confirment cependant que la secousse a été ressentie dans la région épicentrale calculée, en particulier à Antigny, Nalliers et Jardres. Le foyer est situé dans la partie nord du détroit du Poitou et probablement en relation avec l'un des accidents tectoniques de direction NW - SE qui intéressent le socle cristallin sous une faible épaisseur de terrains sédimentaires d'âge secondaire ; un pointement granitique est connu aux environs de Ligugé à une dizaine de kilomètres au sud de Poitiers.

183. - 9 mai 1970 à 16 h. 28 mn. - Ain : 46°4 N, 5°4 E

Pas de renseignements macroséismiques ; la secousse a été clairement inscrite par la station de Vouglans.

| Km | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|---------|-----|----------------------|
| 18 | Vouglans | iPg | 16 h. 28 mn. | 29,0 s. | iSg | 16 h. 28 mn. 32,3 s. |
| 130 | Buteaux | ePg | 28 | 51,3 | | |
| 140 | Badole | ePg | 28 | 51 | eSg | 29 09 |
| 157 | Lormes | ePg | 28 | 54,0 | | |
| 168 | St Saulge | ePg | 28 | 55,4 | | |
| 248 | Toulx | ePg | 29 | 04,9 | | |

L'épicentre calculé (46°22'5 ± 3'N, 5°26' ± 4'E) ; Heure origine : 16 h. 28 mn. 26,8 s. est situé à 2 km au sud de Saint-Julien (Jura) ; il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

184. - 21 mai 1970 à 13 h. 19 mn. - Gardanne : 43°25'N, 5°29'E

Un des coups de toit enregistrés en 1970 dans le bassin de Gardanne ; pas d'observations directes.

| Km | | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 36 | Cadarache | eiPg | 13 h. 19 mn. | 41,1 s. | iSg | 13 h. 19 mn. | 48,3 s. | |
| 71 | Lorgues | Pg | 19 | 48,3 | Sg | 19 | 57,3 | |
| 82 | Mourre | Pg | 19 | 50,2 | Sg | 20 | 00,2 | |
| 100 | St Paul | Pg | 19 | 52,5 | Sg | 20 | 07,0 | |

Heure origine calculée : 13 h. 19 mn. 36 s.

Un autre coup de toit a été enregistré le 1er septembre 1970 à 17 h. 35 mn.

| Km | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 36 | Cadarache | iPg | 17 h. 35 mn. | 15,6 s. | iSg | 17 h. 35 mn. | 19,3 s. | |
| 71 | Lorgues | iPg | 35 | 22,1 | | | | |
| 82 | Mourre | iPg | 35 | 24,0 | | | | |
| 100 | St Paul | iPg | 35 | 26,5 | | | | |
| 152 | Isola | iPg | 35 | 34,9 | eSg | 35 | 53,2 | |
| 236 | Lans | Pg | 35 | 49,8 | | | | |

Heure origine calculée : 17 h. 35 mn. 09,5 s.

185. - 26 mai 1970 à 11 h. 33 mn. - Jura : 46°50'N, 5°57'E

Pas de renseignements macroséismiques ; secousse inscrite dans quelques observatoires.

| Km | | | | | | | | |
|-----|-------------|----|--------------|---------|----|--------------|---------|--|
| 53 | Vouglans | Pg | 11 h. 33 mn. | 48,0 s. | Sg | 11 h. 33 mn. | 57,3 s. | |
| 137 | Roselend | Pg | 34 | 02,3 | Sg | 34 | 19,2 | |
| 152 | Buteaux | Pg | 34 | 03,7 | | | | |
| 168 | Lormes | Pg | 34 | 07,0 | | | | |
| 187 | Lans | Pg | 34 | 10,0 | Sg | 34 | 32,5 | |
| 189 | St Saulge | Pg | 34 | 09,9 | | | | |
| 205 | Welschbruch | Pg | 34 | 15,0 | Sg | 34 | 39,4 | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées : 46°50' ± 1'2 N, 5°57'5 ± 2'4 E ; H = 11 h. 33 mn. 38,9 s. Cet épicentre est situé dans le Jura à proximité de Champagnole ; il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel (voir plus haut n°s 115, 148 et 165).

p.m. - 31 mai 1970 à 08 h. 11 mn. - Jura Souabe : 48°19'N, 9°03'E

Nouvelle secousse (de magnitude voisine de 4,0) dans le Jura Souabe, ressentie 5-6 dans la région épicentrale ; quelques rares personnes ont observé la secousse à Strasbourg, à 90 km de l'épicentre.

186. - 7 juin 1970 à 00 h. 46 mn. - Bretagne : 48°21'N, 1°08'W

Secousse ressentie dans la région de Fougères (Ille et Vilaine) sur une surface de 1000 km² (figure 60) ; 116 réponses dont 39 positives ; 5 à Louvigné-du-Désert et Lecousse (Ille et Vilaine) ; 4-5 à Fleurigné (Ille et Vilaine) ; 4 à Fougères, Le Loroux, Beaucé, Bazouges (Ille et Vilaine), Pontmain (Mayenne).

L'épicentre macroséismique a pour coordonnées : 48° 21'N, 1° 08'W. La région épicentrale est située sur le socle précambrien immédiatement au sud d'un important massif granitique ; aucun accident tectonique important n'est connu dans la région.

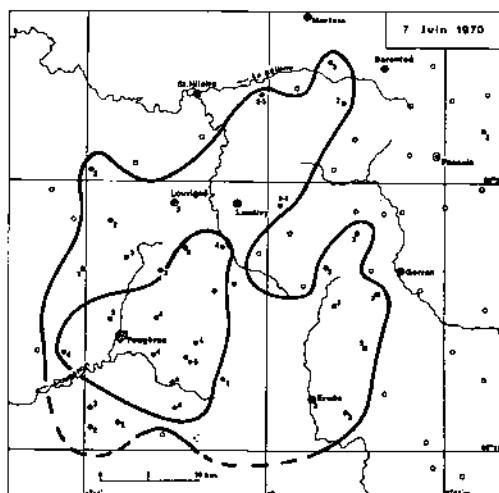


Figure 60 -

Données microsismiques

| Km | | | | | | | |
|-----|---------------|-----|----------------------|------|-----|----------------------|------|
| 21 | Gorron | iPg | 00 h. 46 mn. 39,0 s. | | | | |
| 66 | Folinière | iPg | 46 | 46,4 | | | |
| 80 | St Sauveur | iPg | 46 | 49,0 | | | |
| 336 | Garchy | ePn | 47 | 23,1 | iPg | 00 h. 47 mn. 31,7 s. | |
| 337 | St Saulge | iPn | 47 | 28,1 | iPg | 47 | 38,5 |
| 392 | Lormes | iPn | 47 | 29,8 | iPg | 47 | 41,1 |
| 405 | Frestale | ePg | 47 | 43,8 | | | |
| 460 | Dourbes | eSn | 48 | 30,2 | eSg | 48 | 46,6 |
| 504 | Warmifontaine | | | | eSg | 49 | 00 |
| 558 | Haudompré | ePn | 47 | 49,1 | eSn | 48 | 43 |
| | Haudompré | iPg | 48 | 10 | eSg | 49 | 12 |
| 593 | Servance | ePn | 47 | 57,3 | ePg | 48 | 17,2 |
| 623 | Champ du Feu | ePn | 47 | 58,2 | | | |
| 629 | Welschbruch | iPn | 47 | 57,0 | iSg | 49 | 35,3 |
| 657 | Basel | eSg | 49 | 44 | | | |

Les distances sont indiquées par rapport à l'épicentre macrosismique ; les données ci-dessus définissent une vitesse de l'onde Pg voisine de 6,0 km/s ; Heure origine : 00 h. 46 mn. 35,5 s. Un calcul à l'ordinateur avec les données ci-dessus avait fourni les coordonnées épicentrales suivantes : 48°20'4 ± 2'3 N, 0°47'4 ± 3'2 W ; faute de stations situées à l'Ouest l'épicentre calculé est trop oriental.

187. - 18 juin 1970 à 09 h. 05 mn. - Golfe de Gênes : 43°3 N, 8°8 E

Séisme ressenti 4-5 par une grande partie de la population de Monaco et sur la côte de Menton à Antibes ; à bord du navire assurant le courrier de Corse, qui avait quitté le port de Nice six minutes plus tôt, les passagers crurent que le paquebot avait heurté un récif.

La détermination de l'épicentre du séisme a été rendue difficile car cette secousse a été enregistrée 2 à 3 minutes après un autre séisme, originaire de la côte occidentale de Sardaigne (41°0 N, 7°8 E ; H = 09 h. 03 mn. 03 s.).

D'après l'étude du Commandant Grinda les données microsismiques suivantes concernent la secousse ressentie sur la Côte d'Azur :

| Km | | | | | | | | |
|-----|------------|-----|--------------|---------|-----|--------------|---------|--|
| 120 | Monaco | iPg | 09 h. 06 mn. | 16,0 s. | iSg | 09 h. 06 mn. | 30,0 s. | |
| 126 | Genova | iPg | | 17,5 | iSg | | 30,0 | |
| 133 | Roburent | | | | iSg | | 31,6 | |
| 156 | Cuneo | | | | eSg | | 37,0 | |
| 162 | Valdieri | iPg | | 21,5 | iSg | | 38,0 | |
| 171 | Isola | iPg | | 22,5 | iSg | | 40,5 | |
| 361 | Roma M. P. | ePn | | 45,5 | eSn | 07 | 23,7 | |
| 477 | Trieste | ePg | 07 | 11,0 | | | | |
| 630 | Garchy | i | | 12,3 | i | 08 | 03,1 | |

L'épicentre calculé a pour coordonnées $43^{\circ}18' \pm 5'N$, $8^{\circ}47' \pm 5'E$; H = 09 h. 05 mn. 53,2 s. L'épicentre calculé est situé dans le golfe de Gênes, à environ 50 km à l'Est du foyer du grand séisme du 19 juillet 1963 (n° 34 et figure 16). Ils correspondent l'un et l'autre à l'extrémité nord-orientale de la "déchirure" à caractère océanique de la Méditerranée occidentale, déchirure qui a amené le bloc Sardaigne-Corse à s'écarter du continent Provence-Ligurie.

188. - 8 juillet 1970 à 10 h. 59 mn. - Jura : $46^{\circ}7' N$, $5^{\circ}5' E$

Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | | | |
|-----|-----------|------|--------------|---------|----|--------------|---------|------|
| 38 | Vouglans | Pg | 10 h. 59 mn. | 38,0 s. | Sg | 10 h. 59 mn. | 48,6 s. | |
| 125 | Buteaux | Pg | | 59 | | | 55,4 | |
| 143 | Lormes | Pn | | 59 | | | 58,1 | |
| 152 | Haudompré | Pn | | 59 | | | 54,4 | |
| 153 | Servance | (Pg) | | 00 | | | 05,2 | |
| 161 | St Saulge | Pg | 11 | 00 | | | 02,0 | |
| 192 | Lans | Pn | | 00 | | Sg | 11 00 | 22,8 |

Coordonnées épicentrales calculées : $46^{\circ}44' \pm 6'N$, $5^{\circ}34' \pm 11'E$; H = 10 h. 59 mn. 33,9 s. L'épicentre, relativement imprécis, est situé à l'ouest de Champagnole (cf. n°s 115, 148, 165 et 185). Il est possible qu'il s'agisse d'un séisme artificiel.

189. - 20 août 1970 à 00 h. 41 mn. et 01 h. 18 mn. - Andorre : $42^{\circ}5' N$, $1^{\circ}7' E$

Répliques des secousses de mars-avril 1970 (n°s 174 à 178). Il n'a pas été fait d'enquête macroséismique ; les deux secousses ont été ressenties avec l'intensité 2-3 dans la Principauté d'Andorre.

Données microséismiques :

Première secousse :

| Km | | | | | | | | |
|-----|-------------|----|--------------|---------|--|----|--------------|---------|
| 72 | Moulis | Pg | 00 h. 41 mn. | 18,7 s. | | | | |
| 123 | Barcelone | Pg | | 41 | | Sg | 00 h. 41 mn. | 44,0 s. |
| 209 | Tortosa | Pn | | 41 | | Sg | 42 | 03,0 |
| 344 | Logrono | Pg | | 42 | | | | 07,0 |
| 358 | Cadarache | Pn | | 41 | | | | 56,4 |
| 397 | Lorgues | Pn | | 42 | | | | 01,7 |
| 419 | Souterraine | Pn | | 42 | | | | 05,2 |
| 425 | Monteynard | Pn | | 42 | | Sg | 43 | 07,0 |
| 426 | Toulx | Pn | | 42 | | | | 06,5 |
| 426 | St Paul | Pn | | 42 | | | | 05,2 |
| 475 | Isola | Pn | | 42 | | | | 10,9 |
| 525 | Lans | Pn | | 42 | | | | 18,3 |
| 533 | Buteaux | Pg | | 42 | | | | 35,1 |
| 535 | St Saulge | Pg | | 42 | | | | 34,4 |
| 560 | Lormes | Pg | | 42 | | | | 39,1 |
| 562 | Tolède | Pn | | 42 | | i | 43 | 19 |
| 795 | Welschbruch | | | | | Sg | 44 | 57,4 |

Coordonnées épicentrales calculées : $42^{\circ}28'8 \pm 2'2' N$, $1^{\circ}40'7 \pm 4'E$; H = 00 h. 41 mn. 05,9 s.

Deuxième secousse :

| Km | | | | | | |
|-----|-------------|------|----------------------|------|----|----------------------|
| 131 | Barcelone | Pg | 01 h. 18 mn. 39,0 s. | | Sg | 01 h. 18 mn. 55,0 s. |
| 213 | Tortosa | Pn | 18 | 48 | | |
| 344 | Logrono | Pg | 19 | 14,0 | | |
| 356 | Cadarache | Pn | 19 | 06,3 | | |
| 395 | Lorgues | Pn | 19 | 11,2 | | |
| 405 | Mourre | Pn | 19 | 12,2 | | |
| 412 | Souterraine | Pn | 19 | 14,7 | | |
| 417 | Toulx | Pn | 19 | 15,1 | | |
| 419 | Monteynard | Pn | 19 | 12,0 | | |
| 424 | St Paul | Pn | 19 | 14,9 | | |
| 520 | Lans | Pn | 19 | 27,6 | | |
| 525 | Buteaux | Pg | 19 | 45,9 | | |
| 527 | St Saulge | Pg | 19 | 44,3 | | |
| 551 | Lormes | Pg | 19 | 49,1 | | |
| 565 | Tolède | (Pn) | 19 | 35,0 | | |

Coordonnées épacentrales calculées : $42^{\circ}33'3 \pm 1'3$ N, $1^{\circ}40'5 \pm 3'E$; H = 01 h. 18 mn. 16,4 s.

Les épacentres calculés pour les deux secousses du 20 août 1970 sont très voisins de ceux calculés pour les principales secousses de l'essai de mars-avril 1970 (n°s 174 à 178).

190. - 6 septembre 1970 à 06 h. 50 mn. - Andorre : $42^{\circ}6$ N, $1^{\circ}9$ E

Nouvelle réplique du foyer de l'essai d'Andorre (voir plus haut n°s 174 à 178 et 189). Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | |
|-----|-------------|----|----------------------|------|----------------------|---------|
| 232 | Tortosa | Pn | 06 h. 50 mn. 41,0 s. | i | 06 h. 51 mn. 04,0 s. | |
| 238 | Pouchou | Pn | 50 | 43,5 | | |
| 275 | Frestale | Pn | 50 | 48,2 | | |
| 336 | Cadarache | Pn | 50 | 55,3 | | |
| 363 | Logrono | Pn | 50 | 59 | Sg | 51 55 |
| 375 | Lorgues | Pn | 51 | 00,7 | | |
| 404 | St Paul | Pn | 51 | 04,3 | | |
| 452 | Isola | Pn | 51 | 10,0 | | |
| 514 | Buteaux | Pg | 51 | 34,2 | | |
| 541 | Lormes | Pg | 51 | 38,1 | | |
| 694 | Haudompré | Pg | 52 | 05,4 | | |
| 696 | Servance | Pg | 52 | 05,4 | | |
| 774 | Welschbruch | Pg | 52 | 20,2 | Sg | 53 53,2 |

Coordonnées épacentrales calculées : $42^{\circ}36'6 \pm 1'6$ N, $1^{\circ}54'4 \pm 1'4$ E ; H = 06 h. 50 mn. 07,8 s.

L'épicentre calculé est situé à une quinzaine de kilomètres au nord-est du point moyen des secousses de l'essai de mars-avril 1970 (n°s 174 à 178).

Une nouvelle secousse s'est produite dans la même région ($42^{\circ}5$ N, $1^{\circ}8$ E) le 4 septembre 1971 à 15 h. 11 mn. et a été ressentie avec l'intensité 3-4 à Porté-Pymorens et à Osséja (Pyrénées-orientales).

191. - 11 septembre 1970 à 03 h. 45 mn. et à 04 h. 12 mn. - Barrage de Monteynard : $44^{\circ}56'N$, $5^{\circ}41'E$

Deux faibles secousses locales ont été enregistrées par la station de Monteynard (Pg : 03 h. 45 mn. 39,4 s. ; Sg : 03 h. 45 mn. 39,7 s. ; Pg : 04 h. 12 mn. 36,2 s. ; Sg : 04 h. 12 mn. 36,5 s.). On a vu plus haut que l'activité séismique liée au remplissage du lac-réservoir de Monteynard a été particulièrement forte en 1963 (n° 31) et en 1966 (n° 109).

192. - 1er novembre 1970 à 09 h. 57 mn. - Alpes-de-Haute-Provence : 44°4 N, 6°3 E

Pas d'observations macroséismiques.

| Km | | | | | | | | |
|-----|------------|------|--------------|---------|------|--------------|---------|--|
| 79 | Monteynard | ePg | 09 h. 58 mn. | 07,6 s. | eiSg | 09 h. 58 mn. | 18,2 s. | |
| 93 | Cadarache | ePg | 58 | 12,1 | iSg | 58 | 24,3 | |
| 98 | St Paul | iPg | 58 | 12,0 | | | | |
| 106 | Lorgues | iPg | 58 | 13,5 | | | | |
| 108 | Lans | eiPg | 58 | 13,2 | iSg | 58 | 25,2 | |
| 117 | Mourre | iPg | 58 | 18,0 | | | | |
| 144 | Roselend | ePn | 58 | 20 | eiSn | 58 | 37 | |
| | Roselend | eiPg | 58 | 22,6 | eiSg | 58 | 41,6 | |
| 340 | Buteaux | ePn | 58 | 44,9 | | | | |
| 372 | Lormes | ePn | 58 | 48,8 | | | | |
| 373 | St Saulge | ePn | 58 | 48,0 | | | | |
| 383 | Toulx | ePn | 58 | 50,3 | | | | |

Coordonnées épicentrales calculées : 44°24'6 N ± 1'3 N, 6°19'8 ± 3'6 E ; H = 09 h. 57 mn. 55,9 s. La région épicentrale est située dans la région du Pic de Dormillouse, à 10 km au Sud-est du barrage de Serre-Ponçon et à 6 km au nord de la localité de la Seyne-des-Alpes (Alpes-de-Haute-Provence). Un autre séisme s'était produit dans la même région le 23 août 1966 (n° 108).

193. - 30 décembre 1970 à 02 h. 20 mn. 02 s. - Ligurie : 44°13'N, 8°13'E

Secousse originaire de la région du Mont Settepani (Apennin ligure) où des essaims de secousses avaient déjà été observés en 1968 (voir : M. Bossolasco et C. Eva, La recente attività sismica nel Savonese occidentale, Geofisica e Meteorologia, vol. XVIII, 1969, p. 73-82). La secousse du 30 décembre 1970 a été ressentie en France avec l'intensité 3 à Menton, Monaco et Nice. De magnitude MLV 4,2 (d'après Bensberg) elle a été enregistrée dans de nombreux observatoires ; elle a été suivie de fréquentes répliques le 30 et le 31 décembre 1970 ainsi que le 1er, le 2, le 4 et le 5 janvier 1971.

La secousse du 31 décembre 1970 à 22 h. 04 mn. 46 s. (magnitude MLV 4,3 d'après Wien) ; MLH 3,7 (d'après Pruhonice) a été faiblement ressentie (int. 2-3) sur le littoral de la Côte d'Azur entre Menton et Nice.

SÉISMICITÉ ET RHEGMATISME⁽¹⁾ DANS L'OUEST DE LA FRANCE

M. J. GRAINDOR

Laboratoire de Géologie du Collège de France

par

et

J. P. ROTHÉ

Institut de Physique du Globe de Strasbourg

RESUME. - La séismicité de la région occidentale de la France, située entre la Loire et le Bassin d'Aquitaine, s'interprète en fonction de la structure rheimatique du socle. Celle-ci est soulignée dans la morphologie du réseau hydrographique ; elle est également identifiée par la présence de failles et de filons ainsi que d'axes de plis dans la couverture mésozoïque du socle. La concordance des orientations privilégiées de ces structures géologiques avec les grandes lignes structurales mises en évidence par la gravimétrie et le magnétisme terrestre, montre que le tracé des cours d'eau est en relation avec la direction des grandes fractures du socle. Il en est ainsi dans le cas de la Charente où la concentration des séismes est liée à l'intersection de fractures majeures. L'orientation N-S d'une partie du cours de la Charente délimite en outre deux régions (le prolongement méridional du Massif Armoricain et le bord occidental du Massif Central) où les directions rheimatiques sont différentes.

1 - INTRODUCTION

La contrée traversée par le cours moyen de la Charente est une des régions de l'Ouest de la France où la séismicité actuelle est particulièrement remarquable. Ainsi que l'a antérieurement noté J. P. Rothé (1967) cette distribution des séismes de la Charente doit être liée à la présence d'un important accident : il serait logique, en effet, de songer tout d'abord à l'un de ces puissants cisaillements qui découpent l'Ouest français, notamment à celui qui s'étend depuis la pointe de la Bretagne méridionale jusqu'au Poitou. Or cette distribution des séismes n'est pas régulièrement dispersée le long d'un tel accident, mais est localisée en une exceptionnelle concentration : il est donc logique de s'interroger sur la signification de cette répartition qui intéresse un faible tronçon du cours de la Charente et qui fit déjà l'objet de l'attention de Stahl (1938).

2 - SEISMICITE

Le Bureau central sismologique français, rattaché à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, a rassemblé une documentation concernant la séismicité de la France et établi un double fichier, chronologique et géographique, des secousses ressenties sur le territoire français. Nous avons extrait de ce fichier les données concernant les secousses intéressant d'une part le socle hercynien au Sud de la Loire, en Vendée et dans le nord du Massif Central, et d'autre part la couverture sédimentaire dans le détroit du Poitou.

Sur la carte fig. A ont été reportés les épicentres de 87 secousses couvrant la période 1864-1970. La précision avec laquelle les coordonnées de ces épicentres ont pu être déterminées est très variable, aussi avons nous réparti ces épicentres en trois classes d'après les critères suivants :

| Classe | Erreur sur la localisation |
|--------|---|
| A | ≤ 10 km |
| B | 10 à 30 km |
| C | Epicentre douteux ; séisme signalé surtout dans les villes. |

(1) Le Rheimatisme (ρηγμα, fracture) concerne l'étude des fractures en relation avec l'activité géodynamique de la croûte ; terme créé par A. V. Pieve (1960), Rep. XXXI° Sess. Int. Geol. Congr. Copenhagen, Pt. 18, p. 280-286.

Dans chaque classe nous avons indiqué par un symbole particulier l'intensité maximum observée à l'épicentre (intensité évaluée dans l'échelle internationale des intensités en 12 degrés). Trois symboles de dimensions différentes ont été utilisés suivant que l'intensité maximum est restée égale ou inférieure à 5 ou bien a atteint soit le degré 6, soit le degré 7.

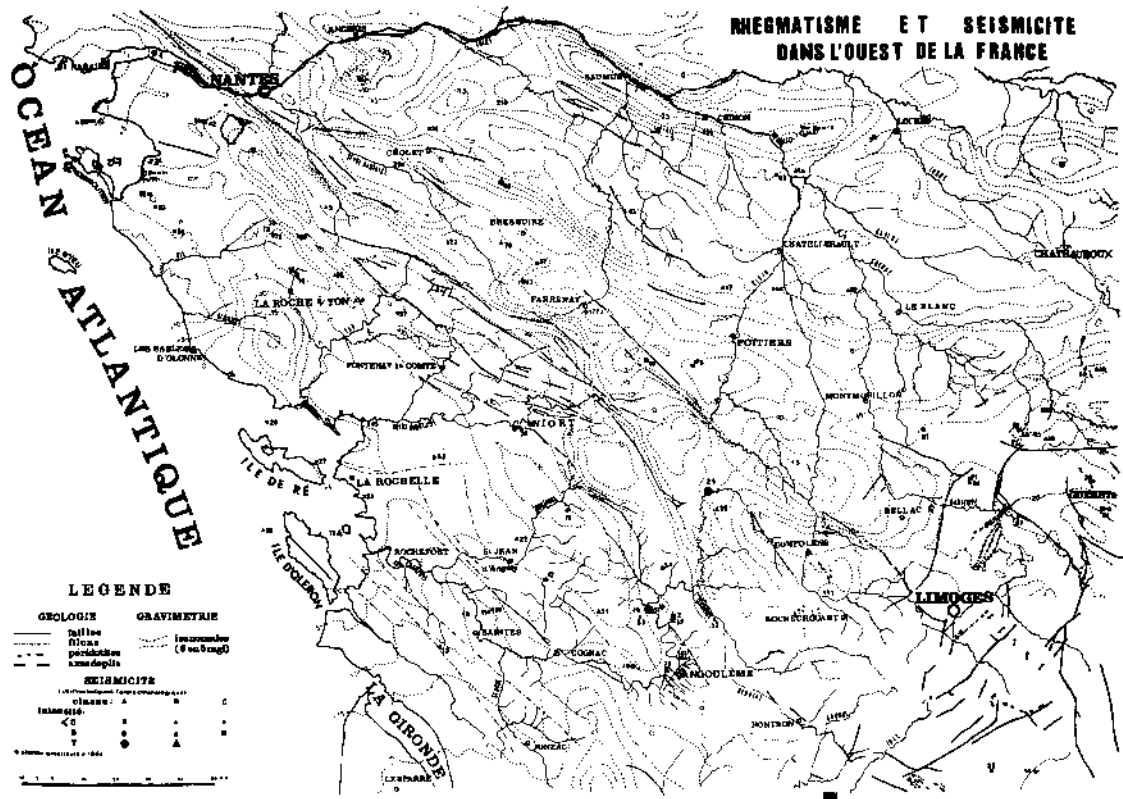


Figure A - Séismicité et gravimétrie dans l'Ouest de la France.

Les épicentres approximatifs de quelques séismes antérieurs à 1861 ont également été reportés sur la carte : le 15 février 1657 un séisme dans la région de Tours, particulièrement violent à Sainte-Maure, a causé des pertes de vies humaines ; la secousse du 9 janvier 1772 a renversé des édifices à Parthenay ; le 26 janvier 1799 14 maisons ont été détruites et 150 endommagées dans le village de Bouin (Vendée) ; la même secousse a causé des dégâts à Machecoul et Saint-Père-en-Retz et a été ressentie jusqu'à Bordeaux, Jersey, Paris et Rouen. On notera que plusieurs secousses se sont produites en mars 1970 au même foyer voisin de Bouin.

Dans le Sud du Massif Armoricaïn, dans les Deux-Sèvres et en Vendée, les épicentres, assez dispersés, se répartissent dans une zone englobant Parthenay, Bressuire, Pouzauges, Cholet, La-Roche-sur-Yon, Les Herbiers, Légé, Challans, Bourgneuf-en-Retz, Noirmoutier ; ces foyers sont sans doute liés à certaines fractures du socle ; l'imprécision de la détermination des épicentres ne permet pas d'établir une relation plus étroite.

Une deuxième région où l'activité séismique est notable et où la tectonique est complexe couvre le nord du Massif central entre Chateauponsac, La Souterraine et Guéret.

Enfin une concentration des foyers apparaît clairement dans le détroit du Poitou et plus particulièrement aux environs du cours moyen de la Charente entre Civray et Angoulême : parmi ces secousses deux ont été particulièrement fortes, le 18 novembre 1901 (chutes de tuiles, légers dégâts, à Charroux et Civray) et le 28 septembre 1935 où des chutes de tuiles et des lézardes ont été signalées en Charente dans plusieurs communes des cantons de Saint-Amant-de Boixe, Hiersac et Rouillac (Stahl, 1938).

Notons encore qu'au Sud d'Angoulême l'activité sismique cesse complètement en même temps qu'augmente l'épaisseur de la couverture de terrains sédimentaires dans le nord du Bassin d'Aquitaine.

3 - LE COURS DE LA CHARENTE

Nous nous proposons de rechercher à quelle structure particulière du socle correspond la sismicité relativement importante de la région traversée par le cours moyen de la Charente. Tout d'abord, notons que le tracé de cette rivière possède une géométrie assez peu fréquente ; aucune autre rivière ne présente un aussi extraordinaire rebroussement. En effet, après avoir parcouru, depuis sa source, une cinquantaine de kilomètres suivant un axe très rectiligne d'orientation N330°, la Charente se coude brusquement suivant un nouvel axe approximativement N80° qu'elle suit pendant une douzaine de kilomètres. La rivière fait alors un angle de 90° avec la précédente direction, elle s'oriente vers le Sud jusqu'à la proximité de son confluent avec la Tardoire.

De nouveau la rivière s'infléchit vers l'Ouest. L'axe des méandres ainsi décrits est d'orientation N60° et a pour longueur 15 km. Effectuant encore un brusque changement d'orientation le cours de la Charente jusqu'à Angoulême devient N155°, en faisant abstraction des méandres. Après avoir traversé Angoulême la Charente se dirige enfin vers l'Océan suivant un tracé dont l'irrégularité n'offre guère de particularité par rapport à l'ensemble des autres cours d'eau régionaux et débouchant dans l'Océan.

Pour ce qui est de l'Ouest de la France, contrée à laquelle appartient la région étudiée ici, il est indéniable que l'ensemble du réseau hydrographique est fondamentalement tributaire de la structure rhégnatique de cette région périphérique du continent eurasiatique. Les phénomènes de capture ou de surimposition(1), dont l'existence n'est pas contestable en diverses circonstances, ne sauraient être invoqués comme cause première de la géométrie du tracé des cours d'eau. Ainsi envisageons-nous la formation de la vallée de la Charente, proposant par conséquent une interprétation différente de celle de Passerat (1911).

4 - HYPOTHESE D'UNE RELATION ENTRE LE TRACÉ DE LA CHARENTE ET LA STRUCTURE GEOLOGIQUE REGIONALE -

Si le cours tourmenté de la Charente est, comme nous le pensons, lié à la structure rhégnatique, il doit y avoir une homothétie réelle entre ce tracé et les fractures du socle, soit dans la couverture où elles ne font que traduire, pour la plupart, la présence des cassures du socle, soit

(1) Sans doute a-t-on pu, selon une théorie couramment reçue, invoquer le phénomène de "surimposition" des cours d'eau pour rendre compte de certains tracés tout à fait inattendus dans la géométrie du tracé de certains cours d'eau. Mais il semble que l'on ait omis d'envisager qu'antérieurement à l'apparition de la surimposition, le cours de la rivière dans la couverture susjacente était, déjà, orienté par la présence d'accidents qui, manifestes dans le substratum, se répercutaient dans la couverture comme c'est encore le cas aujourd'hui, en sorte que, lorsque l'érosion est intervenue, la rivière s'est enfoncée, conservant son cours invariable en raison de ce qu'il était déterminé par la présence constante aux divers niveaux géologiques superposés (couverture et socle) de ces données rhégnatiques qui conditionnent l'évolution géologique. C'est pourquoi le tracé des cours d'eau ne fait que traduire la présence de ces fractures qui sont liées fondamentalement ou accessoirement au rhégnatisme régional du socle sous-jacent. Si l'on avait tenu compte de cette structure rhégnatique profonde, réelle du substratum, répercutée dans la couverture, il est vraisemblable que le concept de surimposition des cours d'eau serait bien vite apparu comme une pétition de principe et non une théorie originale d'explication. Nous n'en discuterons pas davantage, ici, rappelant en ce qui concerne les régions de l'Ouest français que, soit dans le socle cratonisé (par la mise en place de granites), soit dans les épaisseurs relativement faibles (quelques centaines de mètres, tout au plus) de la couverture formée de terrains sédimentaires, essentiellement mésozoïques, dans tous les cas étudiés (GRAINDOR, 1963a) il est permis de conclure au rôle essentiel des dislocations et fractures dans le cheminement des cours d'eau. Ce sont toujours les failles et les fractures subordonnées qui régissent la voie suivie par les cours d'eau, leur permettant, le cas échéant, la traversée, parfois même transversale, d'unités tectoniques formées de terrains particulièrement résistants à l'érosion. A cet égard, les exemples pris soit dans le cours de l'Orne (GRAINDOR, 1959) soit dans le cours de la Vire (GRAINDOR, 1963a et b), traversant la Zone Bocaine, dans le Nord du Massif Armoricain furent pris en considération pour illustrer ces conceptions. Depuis, d'autres cas invoqués (GRAINDOR, 1971) confirment la théorie, qu'il s'agisse de terrains formant le socle proprement dit ou de terrains de couverture de ce socle. Entre autres l'exemple de la vallée de la Seine est particulièrement remarquable.

dans ce socle même. Pour cela nous confronterons au moyen de statistiques précises les orientations de la rivière et celles des diverses données structurales, tectoniques.

Nous établirons donc en premier lieu la statistique des directions de la rivière. Pour cela nous considérerons toutes les orientations de la *vallée* de la Charente. Nous précisons : de la vallée creusée par la rivière dans les terrains traversés, faisant abstraction du remblaiement quaternaire récent et des méandres décrits dans les alluvions notées a^2 sur la carte géologique au 1/80.000e, carte utilisée pour effectuer les mesures. Pour procéder à celles-ci, comme cela sera fait avec les autres données structurales prises en considération, il suffit de mesurer l'orientation du plus court trajet rectiligne de la vallée et d'en introduire la valeur dans l'une des sommes relatives à l'une des 36 orientations (de 5° en 5°) conventionnellement retenues. Pour réduire l'importance de l'erreur relative, on peut introduire dans les sommes adjacentes relatives à une orientation, c'est-à-dire les orientations $\alpha-5$ et $\alpha+5$, la valeur t mesurée suivant α . Enfin, pour simplifier la lecture, les résultats sont exprimés graphiquement par des rosaces. (fig. 1 et 2)

Nous comparerons les résultats obtenus par la mesure des orientations de la Charente aux données géologiques et géophysiques figurées sur l'ensemble de la carte géologique régionale, relative aux terrains de l'Ouest français situés au Sud de la Loire et se rapportant à des orientations spécifiquement liées aux fractures du socle. Le territoire considéré est figuré sur les cartes géologiques suivantes (1/80.000) : Ancenis (105), Angers (106), Nantes (117), Cholet (118), Saumur (119), Loches (120), La Roche-sur-Yon (130), Bressuire (131), Les Sables-d'Olonne (140), Fontenay-le-Comte (141), Niort (142), Poitiers (143), La Rochelle (152), Saint-Jean-d'Angély (153), Confolens (154), Saintes (161), Angoulême (162), Rochechouart (163), Jonzac (171), Périgueux (172)(1). L'étendue de la surface ainsi comparée est pleinement représentative à l'échelle des phénomènes considérés, attendu que nous nous référons à une sismicité que l'on ne retrouve pas aussi marquée dans le reste du Massif Armoricain.

5 - DONNEES GEOLOGIQUES STRUCTURALES -

Les données structurales prises en considération sont, en premier lieu, toutes les failles telles qu'elles sont indiquées par la carte géologique. Toutes ont été intégrées sans qu'il soit tenu compte de leur origine propre. On pourrait concevoir que certaines failles soient sans relation avec le substratum profond. Si tel était le cas, il est évident que dans nos statistiques comparatives ces fractures ne seraient pas significatives et donc leur incidence sur le résultat global serait nul (fig. 3).

A la statistique des failles s'ajoute celle des filons, la comparaison des deux groupes de résultats est intéressante en soi. Les filons, en effet, se mettent en place à partir de failles ayant une importance assez grande pour permettre les injections magmatiques (fig. 4).

Enfin nous pouvons tenir compte des axes synclinaux et anticlinaux dans la couverture mésozoïque. Ces structures, en effet, traduisent les axes des courbures dans les terrains sédimentaires non plissés. Ces bombements sont liés au jeu, dans le socle sous-jacent, entre blocs ou compartiments qui sont délimités par des failles : celles-ci ne se manifestant pas toujours dans la couverture (fig. 5).

6 - STATISTIQUE DES DIRECTIONS INTERPRETEES D'APRES LES ANOMALIES DE BOUGUER -

Nous considérons maintenant l'état de division du socle tel que le fait apparaître l'analyse de la carte gravimétrique. Pour cela nous reprenons une méthode d'interprétation proposée antérieurement (GRAINDOR, 1967) à propos des dislocations majeures du socle armoricain. Elle a été utilisée dans la présente étude de même que seront reprises ici les précisions apportées plus récemment (GRAINDOR, 1971) à ladite méthode. Des trois types de critères considérés comme fournissant une indication de la présence d'une discontinuité par rupture il est évident que le plus marquant se rapporte aux faisceaux sériés d'isogames s'étirant sur des distances relativement grandes à l'échelle des blocs qu'ils découpent. Le plongement redressé de ces surfaces séparant les diverses masses circonscrites par les isanomales doit s'interpréter comme signifiant une coupure déterminante de la mosaïque crustale formant le socle armoricain. Cette disposition des isanomales correspond (GRAINDOR, 1971) à une aptitude persistante à la mobilité, tout au moins dans le Massif

(1) Les feuilles Palluau (129) et Châtellerault (132), bien que concernant la région, n'ont pu être utilisées faute d'édition convenable.

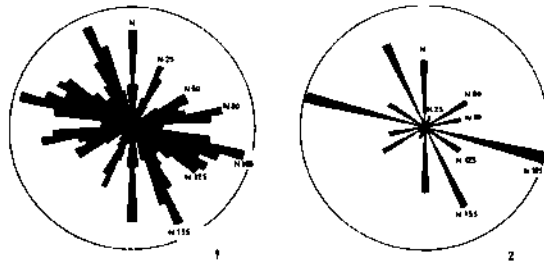


Figure 1 - Directions du tracé détaillé de la vallée de la Charente ; Figure 2 - Directions générales moyennes de la Charente suivant ses grands axes directionnels.

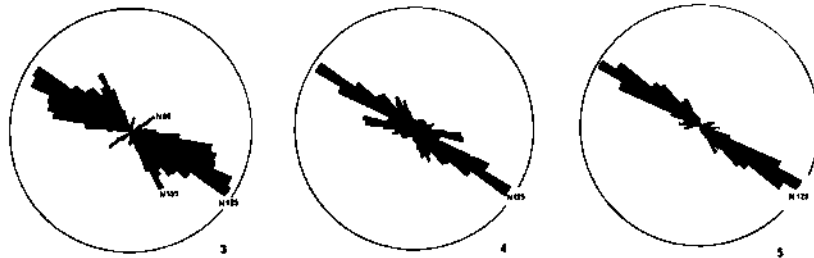


Figure 3 - Directions des principales failles entre le cours de la Loire et le Bassin de la Garonne ; Figure 4 - Directions des filons les plus importants dans la même région ; Figure 5 - Directions des axes anticlinaux et synclinaux dans la même région.

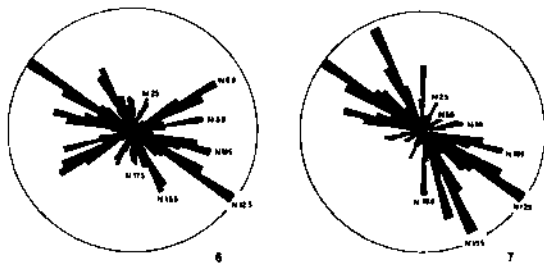


Figure 6 - Principales directions rhegmatiques interprétées en fonction des anomalies gravimétriques (Bouguer),
Figure 7 - Principales directions rhegmatiques interprétées en fonction des anomalies magnétiques.

Rosaces exprimant la statistique des directions rhegmatiques dans l'Ouest de la France entre la Loire et le Nord du Bassin d'Aquitaine.

Armoricaïn. Le deuxième type de critère de dislocation majeure est donné par les contours anguleux correspondant à l'intersection de deux faisceaux d'is anomalies. La géométrie d'une semblable morphologie implique un découpage cisailant, mais la cassure paraît être en général beaucoup moins mobile, sinon figée. Quant au troisième type caractérisé par les alignements de rebroussements des courbes is anomalies, il traduit une dislocation non moins importante que le premier genre de critère, mais, compte tenu de ce que, de part et d'autre de la rupture, il n'y a pas de modification importante dans la densité des blocs, il est peut-être difficile de décider si la mobilité persiste le long de la dislocation considérée. En effet, la cicatrization rendant solidaires les deux compartiments, une densité moyenne s'établit et les is anomalies ne feraient plus apparaître que la trace de la cicatrice souvent riche en mylonite. C'est le cas très évident de la grande dislocation Quimper-Nantes suivant l'orientation N105°. Mais dans d'autres blocs la gravimétrie fait apparaître la présence de rebroussements alignés pour lesquels à titre d'hypothèse on pourrait envisager qu'ils représentent également des lignes de fractures, soit qu'elles aient été totalement consolidées, soit qu'elles aient avorté. Nous noterons seulement que, dans la partie de l'Ouest de la France s'étendant au Sud de la Loire, bon nombre de ces orientations marquées par des rebroussements s'ordonnent suivant N25° ; cette dernière direction serait, du point de vue structural, une des plus anciennes du Massif Armoricaïn (GRAINDOR, 1967).

Les résultats obtenus ainsi (fig. 6) sont bien en accord avec les précédentes statistiques relatives aux accidents reconnus par la Géologie. En outre la dispersion consécutive à des épisodes rhégnatiques plus anciens ou moins importants disparaît, mettant au contraire en évidence la présence de deux directions de fractures prédominantes et de type "mobile actuel" : N125° et N155°, du moins en ce qui concerne la région étudiée pour laquelle nous disposons de documents au 1/320.000(1).

7 - DIRECTIONS DES ANOMALIES DU MAGNETISME TERRESTRE -

Dans la région dont nous venons de considérer le rhégnatisme en fonction des données de la gravimétrie, l'examen de la carte des anomalies du magnétisme terrestre apporte un intéressant complément d'information. Considérant les fortes anomalies et leur extension longitudinale, telles que les fait apparaître le tracé des isogames sur les dix coupures(2) de la carte au 1/200.000, où est représentée la région étudiée, nous avons établi la statistique des directions (fig. 7), en fonction des mêmes principes que pour les autres données, soit de 5° en 5° et proportionnellement aux longueurs totales respectives. Nous constatons que, s'il existe un lien évident entre ces données et celles de la gravimétrie, les anomalies magnétiques montrent la présence d'une direction dominante Nord-Sud qui n'est pas révélée par la gravimétrie relative à la région considérée. Par contre, et ceci nous semble remarquable, elle apparaît clairement, à l'Est de cette région, dans le Massif Central. Cette direction Nord-Sud est d'ailleurs bien évidente géologiquement, soulignée par d'importants accidents.

CONCLUSION

La confrontation des graphiques statistiques figurés ici montre indiscutablement l'existence de directions rhégnatiques majeures. Une analyse comparative des quatre secteurs (NW, NE, SW, SE) de la région étudiée mettrait en évidence que, dans le quart SE, les directions prépondérantes sont différentes, notamment avec l'apparition de nouvelles dominantes dont la direction N-S était inconnue jusque là. Or c'est à la limite de cette zone SE que commencent ces grands changements dans le rhégnatisme ; c'est là aussi que se situe le cours Nord-Sud de la Charente.

Nous pensons avoir proposé une interprétation logique de la concentration des séismes dans la région d'Angoulême, en soulignant que celle-ci se trouve en une zone de convergence de directions majeures de dislocation. Le puissant cisaillement avec ample décrochement, conforme au contour occidental (direction N125°) de la plateforme de l'Europe varisque (GRAINDOR, 1961), recoupe

(1) Nous n'avons pas pu prendre en compte la gravimétrie pour la partie relative aux feuilles Bourges et Clermont au 1/320.000e non publiées.

(2) Feuilles : Nantes N, Nantes S, Atlantique, Angers, La Roche-sur-Yon, La Rochelle, Angoulême, Châteauroux, Poitiers, Limoges.

obliquement les directions N105°, N155° et N180°(1). La mobilité relative des compartiments du socle se trouve ainsi justifiée et, corrélativement, les séismes qui s'y associent. Quant à notre hypothèse sur la corrélation entre les orientations des cours d'eau et de l'état rhexmatique du socle sous-jacent, nous en avons en même temps la justification puisque la concentration des séismes et le tracé du cours de la Charente sont liés à la même cause : l'état rhexmatique du socle.

BIBLIOGRAPHIE

- GRAINDOR M.J. 1959 - Observations. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France, Basse-Normandie, du 21 au 26 Septembre 1959. *C.R.somm.S.G.F.*, p. 251.
- GRAINDOR M.J. 1961 - Le socle armoricain et les contre-coups alpins. in *L'évolution paléogéographique et structurale des domaines méditerranéens et alpins d'Europe*. M. Durand Delga Réd., *Mém.S.G.F. in memorie P. Fallot* (1960-1963) t. II, p. 187-200, 5 fig.
- GRAINDOR M.J. 1963a - Tectonique, capture et surimposition des cours d'eau. *Bull.Soc. Linn. Normandie*, (10), t. 4, p. 40-44.
- GRAINDOR M.J. 1963b - Notes de Géologie normande. 1 - Phénomènes de capture de rivière dans le Nord-Ouest du Calvados. *Annuaire Assoc. Normande* (121ème Congrès, Caen), p. 41-44.
- GRAINDOR M.J. 1967 - Les dislocations majeures du socle armoricain. in *Contribution de la carte gravimétrique à la géologie du Massif Armoricain*. J. Goguel Ed. *Mém. B.R.G.N.*, n° 52, p. 25-42, 1 carte (échel. 1/1.000.000) h. t.
- GRAINDOR M.J. 1971 - Réseau hydrographique et accidents tectoniques (nouvelles observations). *Bull.Soc.Linn.Normandie*, (sous presse).
- PASSERAT C. 1911 - Les origines de la vallée de la Charente, *Ann. de Géographie*, t. XX, p. 213-232.
- ROTHÉ J.P. 1967 - Cartes de sismicité de la France. *Ann.Inst.Phys.du Globe*, n. s., 3e partie., Géophysique, t.VIII, p. 3-10, 6 fig., Strasbourg.
- STAHL P. 1938 - Tremblements de terre de la Charente. *Annuaire Inst.Phys. Globe Strasbourg* (1935), 2e partie (Séismologie) p. 115-143.

 (1) La direction rhexmatique N180° n'apparaissait, avant cette étude, que dans le tracé du cours de la Charente ; les données géologiques ne la révélaient pas : les anomalies du magnétisme terrestre confirment le bien-fondé de l'interprétation de la morphologie.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires

TYPO - OFFSET

DS - GAP - Téléphone 14 23 4

Dépot légal 355 - 1972