

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE  
UNIVERSITÉ LOUIS PASTEUR (STRASBOURG I)

# **observations sismologiques**

Sismicité de la France  
en 1978 et 1979

Publié par le Bureau Central Sismologique Français  
avec le concours de l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique

STRASBOURG 1984



## **AVANT-PROPOS**

Le présent fascicule concerne d'une part les résultats des enquêtes macrosismiques conduites par Messieurs J. Vogt, P. Godefroy, J. Lambert et P. Courtot du Bureau de Recherches Géologiques et Minières pour les principaux séismes ressentis en France en 1978 et 1979, et comporte d'autre part en annexe, la liste chronologique des séismes instrumentaux déterminés par le Laboratoire de Détection et de Géophysique du Commissariat à l'Energie Atomique. Cette publication fait suite au fascicule préparé par Monsieur le Professeur J.P. Rothé pour la période 1971-1977.

Le Bureau Central Sismologique Français (B.C.S.F.), créé par décret en 1921 auprès de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, est chargé des enquêtes macrosismiques sur les tremblements de terre ressentis en France. Sous la responsabilité des Professeurs E. Rothé et J.P. Rothé, le Bureau s'est acquitté scrupuleusement de cette tâche pendant de longues années, comme en témoigne la riche collection des Annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. Après une interruption de plusieurs années, la publication en 1983 du fascicule consacré à la période 1971 à 1977, a marqué la reprise des activités du Bureau Central Sismologique Français. Dans le contexte du « Projet Sismotectonique », qui avait imposé une révision de la sismicité historique de la France, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) a accepté, dans le cadre d'un protocole d'accord, signé en date du 1<sup>er</sup> janvier 1978 avec l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique, agissant pour le compte du Bureau Central Sismologique Français, d'assurer la réalisation des enquêtes macrosismiques, tâche fondamentale et indispensable à la compréhension de la sismicité de la France. C'est à ce titre que le B.R.G.M. a préparé les deux bilans annuels (1978, 1979) publiés dans ce fascicule.

Depuis 1982, les enquêtes macrosismiques sont conduites par l'Antenne Sismicité du Service Géologique Régional d'Alsace. Cette antenne a été installée par le B.R.G.M. à Strasbourg dans le cadre d'une opération de décentralisation et dans un souci de rapprochement avec l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg où sont conservées les archives macrosismiques.

Les prochaines publications du B.C.S.F. sur la sismicité de la France comporteront désormais deux volets distincts: l'un consacré à l'analyse des enquêtes macrosismiques et l'autre à la synthèse des informations instrumentales. Le prochain fascicule couvrira la période 1980-1981.

Strasbourg, le 30 octobre 1984

**R. SCHLICH**

Directeur de l'Institut  
de Physique du Globe de Strasbourg  
Directeur du  
Bureau Central Sismologique Français



**BILAN MACROSISMIQUE  
DE LA FRANCE  
POUR L'ANNÉE 1978**

**P. GODEFROY \***

**J. VOGT \***

avec la collaboration de

**P. COURTOT \***

## REMARQUES PRÉLIMINAIRES

C'est en 1979 qu'une première idée de l'activité macrosismique de 1978 a été donnée par un tableau publié dans le volume annuel des « Résumés Scientifiques » du Service Géologique national (B.R.G.M.) mais ce n'est qu'en 1983 qu'ont été diffusés, par le B.R.G.M., en un nombre d'exemplaires très limité, une carte de l'activité macrosismique de la France en 1978, puis un Bilan détaillé de cette activité. A vrai dire, ce dernier avait été rédigé dès 1979, en vue d'une publication par les soins du B.C.S.F.

Cependant la renaissance des publications de ce dernier a connu un important retard, jusqu'en 1983.

En même temps évoluait leur conception, de sorte que le texte a été repris pour tenir compte de plusieurs suggestions du B.C.S.F. En particulier, on s'est limité aux données de base, en supprimant les interprétations, susceptibles d'être publiées ailleurs.

Ces réserves faites, l'introduction et les propos généraux, rédigés en 1979, sont repris pour l'essentiel tels quels, fût-ce pour rappeler concrètement les conditions de la reprise des enquêtes macrosismiques, au B.R.G.M.

De même, le corps du Bilan n'a pas été modifié pour les données de base, à quelques rares exceptions près. En raison de la conception de ce bilan et pour des raisons matérielles, compte tenu de la date de la rédaction (1979), il n'a pas été possible de tenir compte de toutes les indications et suggestions dont M. Stahl a bien voulu faire part aux auteurs et au B.C.S.F., à de nombreuses reprises.

Quant aux considérations finales, elles ne cessent d'être d'actualité, à la lumière des discussions relatives au Projet RENASS.

## SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	9
<b>II. GÉNÉRALITÉS</b> .....	9
2.1. L'arrière-plan .....	9
2.2. Organisation du travail .....	10
<b>III. PRÉSENTATION DE L'ACTIVITÉ MACROSISMIQUE</b> .....	12
3.1. Le séisme mineur de la région de Montory (Pyrénées-Occidentales) du 5 janvier 1978 .....	12
3.2. Le séisme bourbonnais du 11 février 1978 .....	13
3.3. Les séismes des Pyrénées Occidentales des 16-17 février 1978 .....	13
3.4. Le séisme mineur de la région de Montory (Pyrénées Occidentales) du 2 avril 1978 .....	14
3.5. Le séisme corse du 3 avril 1978 .....	14
3.6. Le séisme mineur de la région d'Oloron-Sainte-Marie du 11 juin 1978 .....	16
3.7. Le séisme du Moyen Verdon du 22 juillet 1978 .....	16
3.8. Le séisme lodévois du 29 août 1978 .....	16
3.9. Les effets en France du séisme souabe du 3 septembre 1978 .....	18
3.10. Les séismes de Mourenx (Béarn) des 19 août et 18 septembre 1978 .....	21
3.11. Le séisme roussillonnais du 3 novembre 1978 .....	22
3.12. Le séisme limousin du 6 novembre 1978 .....	25
3.13. Le séisme mineur de Montory (Pyrénées Occidentales) du 19 novembre 1978 ..	30
3.14. L'essaim de Barcelonnette des 23 et 24 décembre 1978 .....	30
3.15. Le séisme d'Aulus-les-Bains (Ariège) du 29 décembre 1978 .....	31
<b>IV. PERSPECTIVES</b> .....	32
<b>ANNEXES :</b>	
1. Tableau des principales caractéristiques d'une sélection de séismes dont les effets macrosismiques sont connus .....	33
2. Carte de la macrosismicité de la France en 1978 .....	34
3. Questionnaire d'enquête .....	36
4. Circulaire du Ministère de l'Intérieur .....	39





## **I. INTRODUCTION** (rédaction en 1979, pour l'essentiel)

C'est en 1978 que les enquêtes macrosismiques sont confiées au B.R.G.M., par une convention avec l'I.N.A.G. et le B.C.S.F., et c'est à la division « Risques Naturels » du département « Génie Géologique » du B.R.G.M. que revient la mission d'assurer ces enquêtes. Deux raisons ont conduit le B.R.G.M. à accepter cette responsabilité nouvelle, sans disposer pour autant d'une dotation budgétaire spécifique.

D'une part, sa vocation de service public lui faisait un devoir d'apporter son concours à la connaissance de la sismicité actuelle de la France. En effet, la France risquait d'être au nombre des rares pays européens à ne pas pratiquer ces enquêtes d'une manière ordonnée, en se privant non seulement elle-même, mais aussi les pays voisins, d'informations essentielles, tant pour la connaissance fondamentale que pour les applications. A cet égard, un problème particulièrement aigu se posait pour les séismes étrangers ressentis en France et dont la vision d'ensemble était susceptible de se trouver compromise.

D'autre part, les propres travaux du B.R.G.M. entrepris dans un cadre plus large, depuis plusieurs années (Projet Sismotectonique), venaient de souffrir de l'insuffisante connaissance de plusieurs séismes récents qui avaient échappé aux enquêtes ou n'avaient fait l'objet que d'enquêtes sommaires.

En raison du nombre et de l'intérêt des séismes survenus en 1978, première année de mise en œuvre de cette convention, la décision a été prise de faire aussi rapidement que possible le point des résultats des enquêtes de cette année.

Sont d'abord esquissés l'arrière-plan et l'organisation du travail. Quant à la présentation des séismes, elle cherche à donner une vue d'ensemble des données brutes, sans préjuger de discussions approfondies dans une perspective historique et sismotectonique. Ce n'est que d'une manière exceptionnelle que sont évoqués des séismes antérieurs, à l'occasion de comparaisons (Limousin, Roussillon).

## **II. GÉNÉRALITÉS** (rédaction en 1979, pour l'essentiel)

### **2.1. L'arrière-plan**

De longue date sont recueillis et rassemblés des renseignements sur les effets des séismes en France. Au tremblement de terre bourguignon de 1783 est ainsi consacrée une enquête par l'Académie de Dijon. Lors du séisme du 19 février 1818 un questionnaire très élaboré est diffusé par la Préfecture du Haut-Rhin. Le tremblement de terre du 19 février 1822 suscite la formation, par l'Académie des Sciences, d'une Commission pour en « faire l'histoire complète » et adresse à cet effet une circulaire aux Préfets. Par la suite, cette pratique, due, semble-t-il, à Arago et à Gay-Lussac, tomberait en désuétude. Ainsi le séisme ligure de 1887, destructeur en pays nissart, ne semble pas avoir fait l'objet d'une enquête systématique en France.

A cet égard, l'enquête détaillée consacrée à une grande partie de l'aire du séisme provençal de 1909 inaugure une ère nouvelle. Lors du séisme souabe du 16 novembre 1911, le Professeur E. Rothé (Nancy) diffuse un questionnaire que le public est invité à retourner à la Préfecture, sans affranchir.

Par la suite, des enquêtes seront entreprises systématiquement par le Bureau Central Sismologique Français, dirigé successivement par les Professeurs E. Rothé et J.P. Rothé, et publiées régulièrement par les *Annuaire*s et *Annales* de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, de pair avec des recherches rétrospectives et des vues d'ensembles régionales.

Cette publication s'interrompt malencontreusement en 1972, encore que le Professeur Rothé s'attache à poursuivre les enquêtes, objet d'un fascicule publié en 1983, pour les années 1971-1977. Par ailleurs, des enquêtes sont entreprises au cours des années qui suivent par des organismes ou des personnes portant un intérêt particulier à l'un ou l'autre séisme. C'est ainsi que des enquêtes rapides sont dues en particulier à l'ALPENS, sous l'impulsion du Professeur Y. Rocard (séisme limousin du 8 septembre 1976), au Centre Géophysique de Garchy (séisme sancerrois du 12 août 1976), au Laboratoire de détection géophysique du C.E.A. (séisme de Cosne d'Allier du 27 avril 1977, etc.) et à M. Rouland, I.P.G. Strasbourg (séisme de Molsheim du

16 décembre 1977). Quant aux séismes corses, Monsieur Gauthier (Lycée d'Ajaccio) a pris l'initiative de leur consacrer des enquêtes approfondies. Des articles communs confrontent ses données avec celles du B.R.G.M. D'une manière générale, soulignons l'apport de Monsieur Stahl, pour les Pyrénées surtout.

## **2.2. Organisation du travail**

Sont distinguées trois étapes: alerte, enquête proprement dite, exploitation.

### **2.2.1. L'alerte**

C'est de diverses manières que le B.R.G.M. est informé d'un séisme.

Si un tremblement de terre notable est connu dans les meilleurs délais par la radio et la grande presse, des séismes moindres échappent facilement à ces moyens d'information. Le Laboratoire de Détection Géophysique du C.E.A. dont le réseau instrumental couvre convenablement l'ensemble de la France signale au B.R.G.M. les événements de magnitude  $\geq 4$ , sans préjuger de l'apport d'autres réseaux. Si la majeure partie des événements macrosismiques est connue de la sorte, l'expérience montre cependant que plus d'un séisme ressenti par l'homme échappe à ce filet. Mineurs, de tels tremblements de terre ne présentent pas moins un grand intérêt pour la connaissance d'ensemble de la sismicité et du cadre sismotectonique. A première vue, il peut donc paraître indispensable d'étendre l'alerte aux séismes de magnitude  $\geq 3.5$ , pour le moins, même si nombre d'entre eux ne sont pas ressentis. A vrai dire, le problème est celui d'un tri, lié au problème de la corrélation intensité/magnitude pour les faibles magnitudes. Par ailleurs, des événements mineurs sont signalés spontanément par des informateurs que nous espérons de plus en plus nombreux.

Il est bien entendu que l'alerte peut aussi être donnée par les Directions Départementales de la Sécurité Civile, interlocuteurs privilégiés du B.R.G.M.

### **2.2.2. L'enquête elle-même**

#### *2.2.2.1. La multiplicité des démarches*

Les enquêtes sont organisées avec souplesse, en mettant en œuvre une ou plusieurs démarches. Seuls les séismes de forte intensité ou d'un intérêt exceptionnel justifient une visite sur le terrain, ce qui a été fait en Corse en avril 1978. La presse publie volontiers des appels qui suscitent l'envoi de nombreuses précisions d'un grand intérêt. En revanche, les premiers résultats sont mis à sa disposition. En outre, il est parfois fait appel à des « interlocuteurs privilégiés », pour des raisons professionnelles ou personnelles. Il reste que le questionnaire est le principal outil d'enquête.

#### *2.2.2.2. Le questionnaire*

Un questionnaire, donné en annexe, a été mis au point au cours de 1978, avec le concours de la Direction de la Sécurité Civile et des membres du Comité de liaison mis en place par la Convention I.N.A.G./B.C.S.F./B.R.G.M. Ce texte émane à la fois de la Direction de la Sécurité Civile, de l'I.N.A.G. et du B.R.G.M. En outre, la signature d'une brève introduction (« Le Préfet ») souligne le caractère officiel d'un document destiné en particulier à être rempli par le personnel de l'un ou l'autre service public.

Par rapport au texte du B.C.S.F., ce questionnaire présente de nombreuses modifications. Bien entendu, il est adapté à l'échelle M.S.K. Dans la mesure du possible, des cases, à cocher, facilitent son utilisation. Il n'est pas demandé au correspondant de donner lui-même l'intensité, ce qui peut être une source d'erreurs. Ce travail est fait au B.R.G.M. par une seule personne, de manière à homogénéiser les appréciations, compte tenu des difficultés d'utilisation de l'échelle M.S.K.

Bien entendu, ce questionnaire est loin d'être parfait. A son sujet, ne cessent de nous parvenir des remarques judicieuses, dues en particulier à M. Stahl. Il en sera tenu le plus grand compte lors d'une réédition, sous réserve de l'accord des différents organismes intéressés.

#### *2.2.2.3. Déroulement des enquêtes par questionnaire*

Il convient de distinguer deux étapes, avant et après l'impression du questionnaire officiel.

#### 2.2.2.3.1. Avant l'impression du questionnaire officiel

En 1978, les enquêtes sont faites directement par le B.R.G.M. à l'aide d'un questionnaire provisoire, avec l'accord de la D.S.C. Loin d'être systématiques, elles sont adaptées aux informations recueillies de proche en proche. En premier lieu, il est fait appel à la gendarmerie, de manière à saisir grossièrement l'aire macrosismique. Des questionnaires sont envoyés au fur et à mesure qu'apparaissent les grands traits des aires d'intensité. La densité des envois est d'autant plus élevée que le séisme est plus fortement ressenti. Le cas échéant, l'accent est mis sur les régions frontalières pour faciliter ultérieurement une corrélation avec d'autres enquêtes. A leur tour, les premiers résultats permettent une meilleure orientation de la diffusion des questionnaires.

#### 2.2.2.3.2. Après l'impression du questionnaire officiel

Depuis l'impression du questionnaire, sont mises en œuvre les dispositions prises d'un commun accord avec la D.S.C. et qui font l'objet d'une circulaire aux D.D.P.C., donnée en annexe. Ces derniers sont en effet les interlocuteurs privilégiés du B.R.G.M. Cette situation a été admise de bonne grâce par la Direction de la Météorologie, l'un des interlocuteurs traditionnels du B.C.S.F.

Début 1979, a été adressée aux D.D.P.C. une réserve de questionnaires adaptée à l'activité sismique régionale. Ce stock est renouvelé au fur et à mesure des enquêtes.

Dans le cas particulier des Antilles, un stock a été confié aux observatoires de géophysique, néanmoins conviés à agir en liaison avec les D.D.P.C.

C'est après concertation avec le B.R.G.M. que les D.D.P.C. assurent la diffusion du questionnaire, compte tenu des caractéristiques que les séismes présentent à première vue. D'ailleurs, cette diffusion peut être graduelle, au fur et à mesure que ces caractéristiques se précisent et qu'apparaît le besoin de nouveaux approfondissements. Les D.D.P.C. sont libres du choix de leurs informateurs.

Cette démarche fondamentale n'exclut cependant pas l'appel à des personnages qualifiés ou à des collectivités susceptibles d'apporter des informations particulièrement abondantes. C'est ainsi que le concours d'établissements scolaires a permis d'affiner la connaissance de plusieurs séismes. D'ailleurs, les informations provenant d'enfants sont souvent remarquables par leur précision.

#### 2.2.2.4. Exploitation des enquêtes

La division « Risques Naturels » du B.R.G.M. procède à une première exploitation des réponses, au fur et à mesure de leur arrivée, de manière à faciliter une réorientation de l'enquête.

Une fois l'enquête terminée sont tracés des isoséistes dont le degré de précision dépend non seulement de la nature de l'événement, mais aussi de la qualité des enquêtes, encore très inégales.

L'expérience montre que des isoséistes très précis sont en partie illusoire dans la mesure où ils sont tributaires de facteurs subjectifs et de problèmes de représentativité qu'il est difficile d'apprécier cas par cas. Compte tenu de la densité des informations, le tracé des isoséistes d'intensité faible peut se borner aux régions où ils sont particulièrement fiables. Ailleurs, il sera parfois préférable de définir des aires caractérisées, par exemple, par l'alternance d'intensités faibles et de témoignages négatifs et dans lesquelles des isoséistes seraient un leurre. A cet égard, de nombreuses combinaisons sont possibles.

L'introduction comprenait en outre ces propos, maintenant « hors sujet », mais qu'il n'est pas inutile de rappeler : « Quant à l'interprétation, elle est volontairement sommaire. Si le rappel du contexte fournit des éléments de réflexion, on s'abstient, à cette étape du travail, d'établir des corrélations rapides. En effet, l'expérience montre que le risque est grand de présenter des considérations sismologiques ou « sismotectoniques » simplistes ou anachroniques, en provoquant une inhibition. Le chapitre final renouera avec cet aspect ».

Ajoutons, à ce propos, que la macrosismicité fournit de remarquables possibilités de discussion de la profondeur des foyers, discussion entreprise précisément, ailleurs, pour des séismes notables survenus en 1978.

#### 2.2.2.5. La préparation du présent bilan

Pour sa part, J. Vogt a assuré la réorganisation des enquêtes.

Selon les circonstances, P. Godefroy et J. Vogt se sont partagés les tâches matérielles, pour l'essentiel. Dans une large mesure, exploitation des enquêtes et rédaction des notices sont cependant dues à P. Godefroy. La coordination de ce bilan et la préparation de la publication ont été assurées par J. Vogt.

L'accent a été mis sur les principaux événements. C'est ainsi que le séisme corse du 3 avril 1978 a fait l'objet d'une enquête sur le terrain, tandis que la première enquête importante par correspondance a été justifiée par les effets en France du séisme souabe du 3 septembre 1978. Après ces expériences, c'est vers la fin de l'année que se termine le « rodage » de la machine, avec l'enquête consacrée au séisme roussillonnais du 3 novembre 1978.

Au début de l'année, plusieurs séismes pyrénéens, le plus souvent mineurs, échappent aux enquêtes systématiques. Cette situation reflète à la fois le caractère progressif de la mise en place d'un réseau d'informateurs (cf. 2.2.2.3.), les problèmes de personnel liés aux contraintes du « Projet Sismotectonique » et les problèmes posés par l'alerte (cf. 2.2.1.).

Les renseignements transmis par des informateurs ou recueillis dans la presse ont fait l'objet de brèves mises au point que l'on s'est efforcé d'enrichir par la suite.

C'est donc d'une quinzaine d'événements ou de crises que traite ce rapport annuel. Un tableau donnera les principales caractéristiques des séismes pour lesquels des effets macrosismiques sont connus.

Les différents séismes ne sont pas présentés de la même manière. Toutefois l'impulsion donnée à ce travail par une personne se traduit par une « standardisation » croissante, sans qu'il soit question d'en tirer des règles. L'originalité des événements et les conditions des enquêtes ne cesseront de se traduire par des présentations adoptées à des cas particuliers.

A l'occasion, sont reproduits des échos de presse et des témoignages d'informateurs qui, loin d'être anecdotiques, livrent des éléments concrets et font connaître une « atmosphère ».

Le plus souvent sont donnés quelques renseignements instrumentaux empruntés en général au seul Bulletin du L.D.G. *En aucune manière, ces rappels ne sont un empiètement sur la sismicité instrumentale. Ils ne préjugent pas, à cet égard, de discussions approfondies par les spécialistes.*

L'origine des matériaux est signalée avec soin. C'est ainsi que l'apport de M. A. Gauthier, Professeur au Lycée Fesch à Ajaccio, est essentiel pour la compréhension du séisme corse du 3 avril. C'est au seul L.D.G. qu'est due la connaissance d'un séisme bourbonnais au sujet duquel la presse semble être restée muette. Relevons une enquête du C.E.R.S. sur un séisme du Verdon. Cependant l'énumération, cas par cas, de tous les informateurs aurait conduit à des problèmes inextricables de dosage et de présence. A cet égard, nous comptons sur la compréhension de nos nombreux collaborateurs.

Ajoutons (1983) que plusieurs rubriques comprenaient à l'origine des considérations proprement sismologiques ou sismotectoniques dues à P. Godefroy. Depuis lors, la conception des bilans annuels a évolué. En particulier, répétons-le, le B.C.S.F. a souhaité qu'ils se limitent aux données de base, sans proposer d'interprétation. Bien entendu, cet élagage ne préjuge pas du développement de ces considérations et de leur publication dans un autre cadre.

### **III. PRÉSENTATION DE L'ACTIVITÉ MACROSISMIQUE**

#### **3.1. Le séisme mineur de la région de Montory (Pyrénées Occidentales) du 5 janvier 1978**

Ce séisme n'a pas fait l'objet d'une enquête. Il nous est connu par une lettre de M. Pajot et quelques échos de presse.

##### **3.1.1. Données instrumentales**

Le Bulletin du L.D.G. signale le 5 janvier un séisme dont les caractéristiques sont les suivantes :

- heure origine : 01 h 12 mn 24.9 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,1°N/0,8°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.4

### 3.1.2. Données macrosismiques

A Montory est signalée à 2 h 12 mn H.L. une première secousse, très faible, suivie, après quelques secondes, d'une deuxième. La vibration est suffisamment forte pour réveiller « tous les dormeurs ». Est signalé en outre « un faible grondement ». Il est fait état d'une direction N.E.-S.W. L'intensité est de l'ordre de V. Ce séisme est signalé avec une même intensité à Lanne et Tardets, à 5 km environ de part et d'autre de Montory. D'après la presse, cette secousse est ressentie légèrement à Oloron-Sainte-Marie (*Sud-Ouest* du 6 janvier 1978) et dans la région d'Arette (*La République des Pyrénées* du 6 janvier 1978). A Arette même, « certains (habitants), par prudence, sont vite sortis de leur demeure ». C'est « le tremblement de terre le plus important ressenti depuis quelques mois... ». En revanche, il n'est pas ressenti à la station de La Pierre-Saint-Martin (*Eclair-Pyrénées* du 6 janvier 1978).

## 3.2. Le séisme bourbonnais du 11 février 1978

(Résumé du rapport L.D.G. n° 141/80, par M. Lachaize et J.P. Santoire)

Ce séisme, au sujet duquel la presse semble avoir gardé le silence, est connu d'une manière détaillée grâce à une enquête macrosismique serrée dont le L.D.G. a bien voulu mettre les résultats à la disposition de la communauté scientifique. Son rapport fait l'objet d'un résumé, sans préjuger de l'intégration de ce séisme dans une étude approfondie de la « crise sismique » que le Nord du Massif Central a connu au cours de plusieurs années.

### 3.2.1. Données instrumentales

- heure origine : 14 h 13 mn 13.3 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 46,22°N/3,13°E
- magnitude ( $M_L$ ) : 4.1

### 3.2.2. Données macrosismiques

L'intensité maximale IV est limitée à un point (Le Bouchon) près de Tréban, à 6 km au N.W. de l'épicentre calculé.

L'aire d'intensité III s'allonge du Sud au Nord, des parages de Lateline et du Theil aux environs de Cressange.

L'aire macrosismique, parfaitement délimitée par de nombreux témoignages négatifs, ne s'étend guère au-delà. Pour l'essentiel, elle est jalonnée par Noyant d'Allier, au Nord, Le Theil au Sud et les environs de Meillard à l'Est. A vrai dire, elle englobe des points où le séisme n'est pas ressenti. En revanche, des « îlots » d'intensité II apparaissent à quelque distance, par exemple à Saint-Pourçain-sur-Sioule.

## 3.3. Les séismes des Pyrénées Occidentales des 16 et 17 février 1978

Ces séismes n'ont pas fait l'objet d'enquêtes. Ils nous sont connus par des lettres de MM. Pajot et Stahl et des échos de presse.

### 3.3.1. Données instrumentales

Le 16 février 1978, à 23 h 34 T.U., un séisme d'une magnitude locale de 3.7. est enregistrée par quatre stations du réseau de surveillance régional de l'I.P.G. Paris. Aucune mention n'en est faite dans le bulletin du L.D.G.

Un deuxième séisme est enregistré le 17 février 1978 à 2 h 34 T.U., avec une magnitude locale de 3.5. (I.P.G.). D'après le L.D.G., il présente les caractéristiques suivantes :

- heure origine: 02 h 34 mn 17.7 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 43,2°N/0,9°W
- magnitude ( $M_L$ ): 4.1

Plusieurs répliques sont signalées par la suite, par le L.D.G. et le réseau de l'I.P.G.

Jusqu'au 21 février, le premier en énumère 14 dont deux seulement sont suffisamment fortes pour qu'un épicentre puisse être calculé:

- le 17.02.1978 à 4 h 33 mn 41.2 s T.U., localisé par 43,1°N/0,8°W, de magnitude ( $M_L$ ) 3.6, et dont la profondeur de foyer est estimée à 10 km,
- le 17.02.1978 à 19 h 39 mn 07.7 s T.U., localisé par 43,2°N/0,8°W, de magnitude ( $M_L$ ) 3.2, et dont le foyer serait à 5 km de profondeur.

D'après l'I.P.G., ces séismes font partie d'une série dont les épicentres sont localisés « à l'Ouest de Montory, vers Tardets-Sorholus ».

### 3.3.2. Données macrosismiques

Le séisme du 16.02.1978 est fortement ressenti à Arette (0 h 34 H.L.) « avec l'émotion que l'on devine » (*La République des Pyrénées* du 18/19.02.1978), mais ne l'est pas à Montory.

Le premier séisme du 17.02.1978 est très largement ressenti. A la différence du précédent, il est signalé à Montory. A Hasparren, « la population a été réveillée » et « quelques personnes sont sorties précipitamment de leur lit et de leur logis... » (M. Pajot), ce qui implique une intensité de l'ordre de V. A St-Jean-Pied-de-Port, le séisme est « ressenti assez fortement » (*Eclair-Pyrénées* du 18.02.1978). Grâce à Mademoiselle Viers, nous disposons d'un repère plus à l'Ouest, à Espelette, où le séisme n'est plus ressenti que par quelques personnes (intensité III).

Deux des répliques du 17.02.1979 sont signalées à Montory. La première, à environ 4 h 40 T.U.?, « d'une durée approximative de 4 secondes », est « accompagnée d'un faible grondement », à la différence de la précédente. Une intensité IV lui est attribuée. Une deuxième réplique est ressentie à environ 20 h 30 H.L. (M. Pajot).

Si un doute subsiste à cet égard pour la première secousse, la seconde correspond à l'une des répliques pour lesquelles un épicentre est proposé par le L.D.G.

### 3.4. Le séisme mineur de la région de Montory (Pyrénées-Orientales) du 2 avril 1978

Ce séisme dont nous n'avons eu connaissance qu'incidemment, n'a pas fait l'objet d'enquête.

La secousse est signalée à 10 h 56 à Lanne, Tardets et Montory où elle a dure environ 3 secondes et provoque « une légère vibration des portes et fenêtres » ainsi qu'un « léger grondement » (M. Pajot).

### 3.5. Le séisme corse du 3 avril 1978

#### 3.5.1. Introduction

Le séisme corse du 3 avril 1978 a fait l'objet d'une rapide enquête sur le terrain par J. Delaunay et C. Weber. En outre, il est tenu compte des résultats d'enquêtes par correspondance par le B.R.G.M. et A. Gauthier, Professeur au Lycée Fesch à Ajaccio. Cette dernière permet de mieux connaître l'aire macrosismique. Par ailleurs, le L.D.G. a, depuis lors, serré de près la localisation de l'épicentre instrumental, par confrontation de ses propres données avec les informations italiennes.

Cette rubrique, rédigée en 1979, ne tient compte que d'une seule publication, à savoir J. Delaunay, R. Guiraud, C. Weber, 1979, Le séisme de Corse du 3 avril 1978 dans son contexte sismotectonique, C.R.A.S., t. 288.

Depuis sa rédaction ont paru les articles suivants :

- A. Gauthier, F. Marillier, J. Vogt, La Sismicité de la Corse, Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse, n° 637, p. 78-97.
- J.P. Rothé, 1981, Un nouvel exemple de sismicité provoquée: remarques sur une Note de J. Delaunay, R. Guiraud et C. Weber, C.R.A.S., t. 293, p. 953-955.
- F. Marillier, A. Gauthier, J. Vogt, 1982, La sismicité de la Corse: revue historique et étude macrosismique de quelques événements récents, Pagéoph. t. 120, p. 167-185.

### 3.5.2. Données instrumentales

Le choc principal a été enregistré le 3 avril 1978 à 6 h 26 mn 42.1 s. T.U., avec une magnitude locale 4.4 (L.D.G.).

L'épicentre a d'abord été localisé provisoirement par 42,10°N/9,60°E, en mer (L.D.G.). La prise en considération des données italiennes a permis de le situer par 42,16°N/9,51°E, d'une manière bien plus satisfaisante, à la fois par rapport à l'épicentre macrosismique et au contexte tectonique.

### 3.5.3. Données macrosismiques

#### 3.5.3.1. Introduction

Enquêtes sur le terrain (au voisinage de l'épicentre), enquêtes par correspondance (A. Gauthier et B.R.G.M.) et échos de presse présentent une remarquable cohérence. Quelques écarts portent sur un et surtout sur un demi degré d'intensité. En dépit des problèmes propres à la Corse (structure des communes, etc.), ces enquêtes aboutissent à une vue d'ensemble satisfaisante.

#### 3.5.3.2. Epicentre et aire pléistoséiste

L'épicentre macrosismique est localisé surtout par l'enquête sur le terrain à proximité de Linguizetta. L'intensité atteint le degré VI. Des personnes sont déséquilibrées, des cloches sonnent. Au hameau de Vallaciola, les murs d'une maison en pierres tout venant présentent de sérieuses brèches, sa cheminée est détruite. Des tuiles sont déplacées. Ça et là se produit un début de panique, d'autant plus que le choc principal est précédé de plusieurs secousses au cours de la nuit. Voici un écho significatif: « La panique s'empara de personnes âgées gagnant en pleurs le centre du village ». Le contexte politique n'est pas toujours étranger à ces réactions: « J'ai d'abord pensé à un plasticage et je suis sorti de mon atelier à toutes jambes », déclare le forgeron d'Alistro (*Nice-Matin* du 4.04.1978). Toutefois, ce séisme ne modifierait pas l'intensité maximale connue, liée au tremblement de terre ligure de 1887.

#### 3.5.3.3. Aire macrosismique

Les intensités décroissent rapidement. Grosso modo, les points d'intensité V se cantonnent dans un rayon d'une douzaine de kilomètres, à une seule exception près, à 25 kilomètres environ au NW. L'aire des intensités IV et III, considérée globalement, est grossièrement jalonnée par Lucciana (près Borgo) au N, Ponte-Leccia au NE, Corte à l'W, Bastelica au SW, où se dessinerait une apophyse. En outre, quelques points d'intensité III forment un flot aux environs de Vico. Quant au domaine d'intensité II, il est jalonné au NW par une ligne Santo-Pietro-di-Tenda-Belgodère-Calanzana et frôle le littoral près de Porto. Au SW et au S, les données font défaut, à l'exception d'un repère isolé à Levie.

#### 3.5.3.4. Précurseurs et répliques

Parmi les 154 secousses enregistrées par le L.D.G., quelques-unes seulement ont été ressenties. Parmi les précurseurs et les répliques, du 1<sup>er</sup> au 29 avril, il convient de mettre l'accent sur

- le précurseur notable du 2, à 20 h 10 mn 20 s. T.U., surtout ressenti dans la région de Bravone-Alistro, signalé à Cervione, Moriani, etc. (*Le Provençal* du 4.04.1978),
- les répliques de ce précurseur, le 2, à 20 h 50 et 21 h 22, ressenties en deux localités seulement,
- les répliques de l'événement principal, le 3, à 6 h 30, 6 h 40, 8 h 17 et 23 h 58 T.U. (TOX),
- la réplique du 8 à 3 h 33 T.U., ressentie à San Giuliano,
- la réplique du 21, à 12 h 57 T.U., ressentie à Canale di Verde et Moïta.

Cette liste est fondée dans une large mesure sur des informations communiquées par M. Stahl.

### 3.6. Le séisme mineur de la région d'Oloron-Sainte-Marie du 11 juin 1978

Ce séisme n'a pas fait l'objet d'enquête macrosismique.

Le Bulletin L.D.G. signale un séisme présentant les caractéristiques suivantes :

- heure origine : 08 h 28 mn 9.9 s.
- coordonnées de l'épicentre : 43,1°N/0,6°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.9

La presse serait muette au sujet de ce séisme que certaines personnes auraient cependant ressenti dans la région d'Oloron-Sainte-Marie.

### 3.7. Le séisme du Moyen-Verdon du 22 juillet 1978 (août en 1984)

Ce séisme a fait l'objet d'une enquête par le C.E.R.S., enquête que M. Stahl a bien voulu nous signaler après la première rédaction de ce rapport (1979).

#### 3.7.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. signale à 18 h 56 mn T.U. un séisme de magnitude 3.3 par 43,8°N/6,5°E.

#### 3.7.2. Informations macrosismiques

Ce séisme est ressenti dans la région de Castellane, Chasteuil, La Baume, Le Palud.

### 3.8. Le séisme lodévois du 29 août 1978 (cf figure 1)

Une enquête par questionnaire effectuée en octobre et novembre 1978 n'a malheureusement fourni que des résultats très partiels. Un peu plus de la moitié des questionnaires nous ont été retournés. Les résultats ont été complétés par l'enquête entreprise sur place par l'Abbé Boulanger, Curé d'Andabre. En outre, quelques renseignements proviennent des gendarmeries.

#### 3.8.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine : 22 h 23 mn 48.3 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,7°N/3,3°E (soit à 3 km à l'W-SW de Lodève)
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.9

En outre, le L.D.G. a enregistré une réplique de magnitude 2.5 à 23 h 40.

#### 3.8.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale est de IV-V à Soubes et Soumont, où le séisme a réveillé de nombreux dormeurs.

L'aire macrosismique est mal définie :

- au Nord, le séisme est encore perçu dans la partie Sud du Causse du Larzac (III-IV), mais ne l'est plus à Alzon ;
- au Sud, le séisme est « bien ressenti » en diverses localités entre Bédarieux et Clermont-l'Hérault (Salasc, Mérifons, La Lieude, etc.), mais les renseignements recueillis par l'Abbé Boulanger indiquent que l'aire macrosismique semble être limitée par cette ligne E-W.
- à l'Est et à l'Ouest, les limites sont également floues.





### 3.9. Les effets en France du séisme souabe du 3 septembre 1978 (figure 2)

*Avertissement*: cette rubrique reprend, avec quelques modifications, une note adressée à l'organisme tchèque chargé de l'étude d'ensemble du séisme (cf. D. Prochazkova et al., 1979, Macro seismic Field of the Earthquake of Sept. 3, 1978, in the Swabian Jura, *Journal of Geophysics*, t. 46. Cet aperçu comprend un croquis à petite échelle. Une version abrégée du présent texte a été publiée dans la revue CEA/DAM, en 1980.

#### 3.9.1. Premières informations

Les sismographes enregistrent le 3.09.1978 à 5 h 08 mn 32 s. un séisme dont la magnitude est estimée de 5.25 à 5.5 par l'I.P.G. de Strasbourg et à 5.8 ( $M_L$ ) par le L.D.G.

Les premières informations sont obtenues sur place par le personnel présent à la réunion de l'European Sismological Commission. Par ailleurs, des questionnaires américains sont distribués et communiqués au B.R.G.M. par MM. Deere et Mayer-Rosa. Une visite aux rédactions des journaux régionaux (*Dernières Nouvelles de Strasbourg, l'Alsace, l'Est républicain, Le Républicain lorrain*) permet de délimiter grossièrement l'aire macrosismique. Par ailleurs, FR3 lance un appel aux témoignages, mais renonce rapidement à les recueillir en raison de l'engorgement du standard. Malheureusement aucune trace des appels n'est conservée.

#### 3.9.2. L'enquête

Afin d'orienter les informations et de saisir les limites de l'aire macrosismique, le B.R.G.M. s'adresse à de nombreuses gendarmeries dont la coopération est très efficace.

Simultanément des appels sont publiés par la presse locale à notre demande. Par la richesse et la précision de leurs témoignages, certaines lettres apportent des éléments précieux. Ainsi une lettre de Rouffach rapporte les faits suivants: « vers 7 h du matin, le 3 septembre 1978, couché, j'ai ressenti un tremblement; les meubles et les fenêtres bougeaient; le bois craquelait pendant un moment; puis j'ai constaté que la façade Est de ma maison... était fissurée à plusieurs endroits, fissures visibles de l'extérieur et de l'intérieur. Au grenier, du vieux mortier s'est détaché d'un mur ».

Les questionnaires sont diffusés progressivement, à la lumière de ces informations et des premières réponses. Nombreuses sont les réponses de qualité. A titre d'exemple est donné un extrait des commentaires accompagnant le questionnaire adressé à l'abbaye d'Oelenberg: « ...Un père qui célébrait ce jour-là dans la communauté des sœurs du T.S. Rédempteur de Landser (commune de Habsheim, 68)... signale que lorsque le tremblement de terre se produisit, il était, avec toute la communauté réunie, dans la chapelle et que la secousse sismique fut ressentie par toute l'assistance: tremblement des objets, etc. ».

En outre, plusieurs rapports consacrés aux dégâts immobiliers par les services d'architecture du Haut-Rhin apportent des témoignages d'un grand intérêt pour les aires d'intensité V-VI. Soulignons aussi l'intérêt des renseignements rassemblés par le personnel d'E.D.F. et les élèves du Lycée de Sarrebourg et d'un C.E.S. de Colmar, pour ne donner que ces exemples.

Enfin, un complément d'enquête est réalisé tardivement sur place entre Nancy et Metz, à l'Est de la vallée de la Moselle, et au Nord de Metz.

#### 3.9.3. La répartition des informations

Au total, plus de 500 informations sont recueillies. Dans la plaine d'Alsace, la densité des données est très bonne. Les points sont rarement distants entre eux de plus de 5 km. Des lacunes apparaissent cependant çà et là.

Dans la partie orientale des Vosges, elles présentent une densité analogue. Certaines lacunes sont dues à la distribution de l'habitat, situé essentiellement, pour les chefs-lieux de communes, dans les vallées.

Dans les Vosges occidentales, où le séisme est moins ressenti, la densité des demandes est volontairement plus faible, mais est néanmoins suffisante pour délimiter grossièrement l'aire macrosismique. Ce n'est qu'en Franche-Comté que le manque de données au Sud de Vesoul et leur rareté au Sud de Montbéliard ne permettent pas de tracer des isoséistes sûrs.

Une donnée isolée, au Sud du Léman (Saint-Jean-d'Aulph) est communiquée au B.R.G.M. par l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

### 3.9.4. L'appréciation des intensités

La fiabilité des appréciations d'intensité pose des problèmes complexes qu'il ne peut être question de développer ici. Relevons cependant deux d'entre eux. Ainsi les effets sur les personnes et les objets ne conduisent pas toujours à une même appréciation. Tel questionnaire indique que le séisme, ressenti par l'ensemble de la population, réveille plus de 75% des gens, en ne causant que de rares frayeurs, ce qui correspondrait à une intensité V, alors que les seuls effets sur les objets sont des craquements de meubles, planchers et plafonds, ce qui suggère une intensité IV. Dans ce cas précis, c'est un autre questionnaire qui permet de trancher. D'une manière générale, le nombre de ces problèmes d'arbitrage montre que le questionnaire unique par lieu est une source d'erreurs. Pour cette raison, sont multipliés les recoupements, sur lesquels insistera le rapport sur l'activité macrosismique en 1979.

D'autre part, le séisme est ressenti plus intensément dans les villes que dans les campagnes voisines. Cet « effet d'amplification » peut s'expliquer en partie par la démographie, la hauteur des immeubles et la variété du type de constructions. Ces remarques s'appliquent particulièrement à Nancy et à Metz.

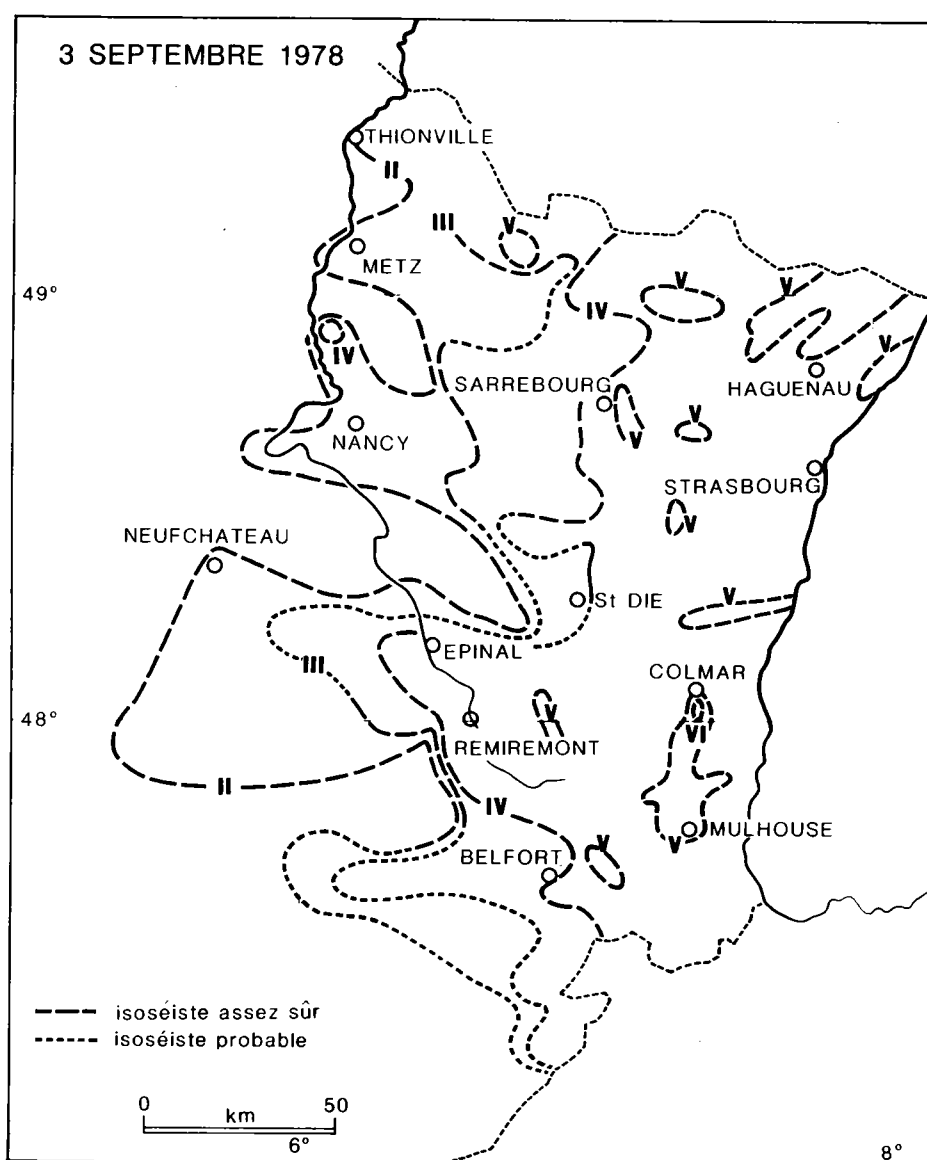


Figure 2

Vue d'ensemble des effets en France du séisme souabe du 3 septembre 1978

### 3.9.5. Les aires d'intensité

#### 3.9.5.1. Les intensités maximales (VI et V)

Bien entendu, les plus fortes intensités sont relevées en Alsace, en particulier, du Nord au Sud, à Clembourg, Lembach, Soufflenheim, Sand, Sélestat, Ribeauvillé, Herrlisheim, Sainte-Croix-en-Plaine, Uffholtz, où sont signalées fissurations de plâtres, chutes de tuiles, etc. Par ailleurs, les services d'architecture du Haut-Rhin décrivent des fissures dans les gendarmeries de Bollwiller, d'Ensisheim et de Rouffach.

Selon ces observations, un isoséiste VI peut être tracé au Sud de Colmar, englobant Herrlisheim et Sainte-Croix-en-Plaine. Deux aires d'intensité V sont bien délimitées, l'une au N de Haguenau, avec trois langues sensiblement NW-SW, l'autre entre Colmar et Mulhouse. Cette dernière, N-S, coïncide assez bien avec le bassin potassique. Cependant «...aucune division n'a signalé au service du fond une quelconque modification qui aurait pu se produire dans les galeries souterraines...» (*L'Alsace* du 5.09.1978).

#### 3.9.5.2. Les aires d'intensité moindre

L'intensité IV domine en France, des frontières jusqu'à l'Ouest des Vosges, suivant une bande grossièrement N-S, avec quelques îlots d'intensité supérieure. Cette aire est limitée par un isoséiste N-S jusqu'à Saint-Dié. Au Sud, elle s'élargit vers l'Ouest. D'une manière générale, elle est relativement bien définie hormis quelques tronçons tracés par extrapolation. Grosso modo, l'isoséiste IV suit la limite occidentale des Vosges.

A l'Ouest, les intensités III et II présentent un gradient élevé. Moins nettement défini que le précédent, l'isoséiste III en est proche, à une distance de 20-30 km en moyenne. Quant à l'isoséiste II, il est relativement net. De direction générale N-S, l'aire d'intensité montre trois excroissances vers l'Ouest, aux latitudes de Metz, Nancy, Vittel, Bourbonne-les-Bains. Dans les grandes cités (Strasbourg, Sélestat, Colmar, Mulhouse, Epinal, Metz, Nancy, Vesoul, etc), le séisme est ressenti plus fortement que dans les communes voisines.

Au point le plus occidental à notre connaissance, Poiseul, au N-NE de Langres, la presse régionale évoque le séisme en ces termes: «La terre a bougé à Poiseul. Dimanche matin vers 7 h, des habitants ont ressenti des secousses, des sortes de vibrations prolongées dont les vitres se faisaient l'écho. Les personnes endormies furent réveillées en sursaut avec une impression bizarre. En apprenant quelques instants plus tard, que la terre avait tremblé en Alsace, ils furent confirmés dans leur idée qu'ils venaient de ressentir les effets de secousses telluriques: une onde de choc est venue mourir sur le coteau de Poiseul» (*L'Est Républicain*, éd. Chaumont, 5.9.1978).

### 3.9.6. Cartes

Les appréciations d'intensité sont portées sur une carte de travail à 1:250.000, conservée en archives. A partir de ce document de travail est élaborée une carte d'isoséistes à 1:1.000.000, confrontée par la suite avec les documents allemands et suisses. Bien que les méthodes d'enquête, d'exploitation et de cartographie soient légèrement différentes, l'accord de ces documents est globalement convenable.

### 3.9.7. Rayons macrosismiques

Une estimation des rayons macrosismiques est faite à partir de quelques villes jalonnant les isoséistes:

Isoséiste	Ville	Distance épacentrale (ordre de grandeur) en km	Rayon moyen en km
IV	St Dié	150	160
	Belfort	170	
	Sarrebourg	160	
III	Lunéville	180	180
	Epinal	190	
II	Nancy	220	230
	Metz	240	
	Vittel	225	
	Vesoul	225	

### 3.9.8. Conclusion

Bien que son épicentre soit relativement éloigné, ce séisme a en France des effets qui ne sont pas négligeables, sur une surface de plus de 30.000 km<sup>2</sup>, Alsace, Vosges, Lorraine *pro parte*, N.E. de Franche-Comté. L'intensité VI est atteinte en Alsace. Une première comparaison avec les effets parfois supérieurs d'autres séismes souables (1911, 1935, etc.) montre la permanence de l'allure des isoséistes, non sans décalages.

### 3.10. Les séismes de Mourenx (Béarn) des 19 août et 18 septembre 1978

#### 3.10.1. 19.8.1978 (pour mémoire)

Un premier séisme se produit le 19 août 1978 à 4 h 20 mn 37 s. T.U., mais l'enquête n'a fourni qu'une seule réponse positive, à Artix (intensité III-IV). Le L.D.G. donne une magnitude locale 3.6 et un épicentre par 43,4°N/0,7°W.

#### 3.10.2. 18.9.1978 (figure 3)

##### 3.10.1.1. Données instrumentales

Le séisme survient à 18 h 14 mn 34 s T.U. Le L.D.G. situe l'épicentre par 43,4°N/0,5°W soit près de Cescau, en remarquable coïncidence avec l'aire pléistosséiste.

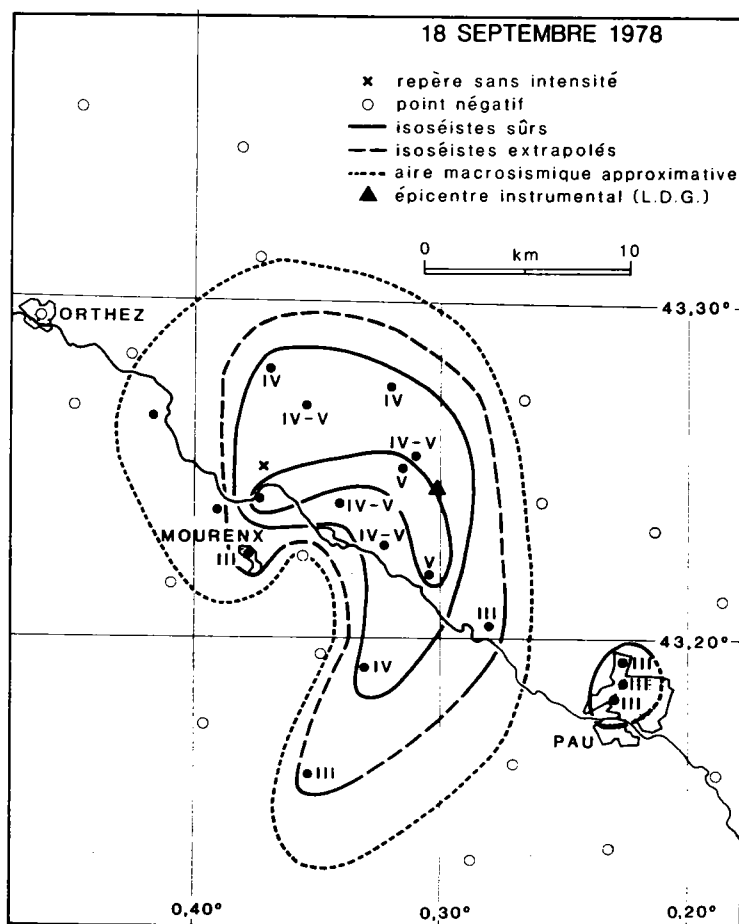


Figure 3

Le séisme de Mourenx (Béarn) du 18 septembre 1978

### 3.10.1.2. Données macrosismiques

Une enquête a été entreprise par le B.R.G.M. la semaine suivante et s'est prolongée jusqu'en novembre. Elle rassemble les données fournies par une quarantaine de questionnaires et une dizaine de témoignages dus à un appel de presse (*République des Pyrénées, Eclair des Pyrénées*). En outre, un certain nombre d'informations ont été recueillies directement auprès des gendarmeries.

L'intensité maximale observée est de V, à Abidos, Denguin et entre Serres-Ste Marie et Casteide-Cami. L'aire macrosismique, de l'ordre de 500 km<sup>2</sup>, est assimilable à une ellipse de grand axe 30 km N.S. et de petit axe 20 km E.W. environ.

L'aire pléistoséiste, très étirée, ne couvre qu'une trentaine de km<sup>2</sup>. Les isoséistes V et IV sont bien définis; l'isoséiste III a dû être extrapolé partiellement, faute de données suffisantes (représentation en tirets fins).

La limite de l'aire macrosismique est bien définie grâce aux localités où le séisme n'a pas été ressenti et qui la jalonnent régulièrement.

Une enclave d'intensité III est proposée pour l'agglomération de Pau, nettement excentrée par rapport à l'aire macrosismique principale dont elle est séparée par des localités où le séisme n'a pas été ressenti. De plus, le raccordement des isoséistes III aurait fait apparaître une excroissance marquée, très discutable. Comme le montrent de nombreuses autres enquêtes, il y a là un effet urbain (immeubles élevés, etc.).

Les isoséistes ont une allure caractéristique en V dissymétriques dont les branches sont orientées WSW-ENE et N.S. La direction N.S. semble particulièrement soulignée par les isoséistes et l'allongement de l'aire macrosismique.

## 3.11. Le séisme roussillonnais du 3 novembre 1978 (figure 4)

L'enquête a été lancée aussitôt auprès des gendarmeries et approfondie grâce aux très nombreux témoignages consécutifs à l'appel passé dans la presse locale (*Indépendant et Dépêche du Midi*) et à l'envoi de questionnaires. Un deuxième sondage a été effectué dans les Corbières pour mieux cerner la limite septentrionale de l'aire macrosismique.

### 3.11.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine: 6 h 37 mn 59.5 s (T.U.)
- coordonnées de l'épicentre: 42,75°N/2,68°E, soit 1,5 km au SE d'Estagel
- magnitude ( $M_L$ ): 4.3

### 3.11.2. Données macrosismiques

Plus de 200 témoignages ont été rassemblés, concernant 84 localités, dont une en Espagne (où il ne semble pas avoir été entrepris d'enquête), 18 dans l'Aude et 65 dans les Pyrénées-Orientales.

#### 3.11.2.1. Intensité maximale, aire pléistoséiste et épicentre macrosismique

L'intensité V-VI est atteinte à Estagel où le séisme est perçu par l'ensemble de la population, réveillée brusquement et fortement effrayée. Quelques sonnettes tintent spontanément, des pendules s'arrêtent, de nombreuses chutes d'objets sont signalées, mais aucun dégât immobilier n'est mentionné. La secousse déclenche le signal d'alarme de la Banque Populaire.

Deux points d'intensité V, Tautavel (66) et Paziols (11) - où quelques fissures apparaissent dans des bâtiments ruraux - permettent de circonscrire l'aire pléistoséiste. Celle-ci, d'extension N.S., englobe l'épicentre instrumental et se limite à une surface d'environ 55 km<sup>2</sup> (ellipse de demi grand-axe: 6.25 km et demi petit-axe: 2.75 km).

Compte tenu du point d'intensité maximale, l'épicentre macrosismique peut alors être placé par 42,48° de latitude Nord et 2,43° de longitude Est, soit 2.5 km environ au N.NE d'Estagel; il est distant de moins de 4 km de l'épicentre instrumental.

### 3.11.2.2. Aire macrosismique

L'aire macrosismique est bien limitée au Nord par le massif des Corbières sur lequel elle vient « buter », et au N.E., où elle s'infléchit légèrement au Sud vers l'extrémité septentrionale de l'étang de Leucate. Dans les Corbières, la densité des points où le séisme n'a pas été ressenti ne laisse aucun doute sur son extension. Fait exception Malras (Aude), au N.W. des Corbières, où le séisme n'est perçu que très faiblement et principalement par un bruit souterrain.

A l'Ouest, la limite de l'aire macrosismique dessine un rentrant entre les vallées de l'Agly et de la Têt, où son tracé est facilité par les nombreux points où le séisme n'est plus perçu. Elle s'étend le long de la vallée de la Têt vers l'W.SW jusque vers Olette. Légèrement plus au S.W. apparaît un point isolé d'intensité III-IV à Prats-Balaguer, près de Fontpédrouse.

Elle bifurque ensuite vers le S.E. où son prolongement en Espagne n'est pas connu.

Plusieurs raisons donnent à penser que la partie méridionale de l'aire macrosismique déborde assez largement en Espagne :

- un point d'intensité II-III est connu à Rosas, au Nord du golfe du même nom, quelques 20 km au Sud de la frontière,
- les intensités connues en France, à proximité de la frontière (notamment au col du Perthus) sont encore assez élevées (III-IV et IV) et la décroissance des intensités dans cette direction paraît très lente.

Cependant, le séisme n'est ressenti ni à Cerbère ni à Laroque-des-Albères, de sorte qu'il est probable que l'aire macrosismique se resserre en un « goulot » d'une vingtaine de km de largeur, en direction de l'Espagne.

A l'Est, l'aire macrosismique n'est délimitée sur le continent qu'au Nord où la limite passe par l'étang de Leucate, et au Sud, entre Banyuls et Cerbère.

L'aire macrosismique s'étend, à terre, sur une surface comprise entre 3.000 et 3.500 km<sup>2</sup>, peut-être 4.000 km<sup>2</sup> compte tenu de l'extension probable en Espagne.

### 3.11.2.3. Isoséistes et décroissance des intensités

Une aire d'intensité IV-V, assez large, se dessine autour de l'aire pléistoséiste au N.W. de Perpignan. Pour les intensités plus faibles, le tracé des isoséistes devient beaucoup plus irrégulier. L'aire d'intensité IV s'étend largement vers le Sud sur toute la plaine roussillonnaise, en direction des Albères et englobe deux enclaves :

- l'une d'intensité supérieure (IV-V et V), partant du Nord de l'étang du Canet vers le N-NW, essentiellement située sur les alluvions récentes (terrains a<sup>2</sup> de la feuille Perpignan à 1/80.000),
- l'autre d'intensité inférieure (III-IV) au N.W. du Tech, entre Elne et Pollestres.

L'aire d'intensité III est également allongée vers le Sud et se prolonge vers le S.W., le long de la Têt, au-delà de Prades. Une enclave d'intensité plus forte (IV-V et V) apparaît entre Joch et Boule d'Amont, au S.E. de Finestrel, sur les terrains primaires de la série de Canaveilles.

Au Nord, l'isoséiste III est entièrement extrapolé puisque l'on passe directement de points d'intensité IV, voire V, à la limite de l'aire macrosismique, en moins de 8 km.

La décroissance des intensités est effectivement très différente selon la direction considérée. Un contraste majeur apparaît entre le Nord et le Sud. Les Corbières jouant véritablement le rôle d'une « barrière ». La décroissance est comparable à l'Est et à l'Ouest, si l'on fait abstraction de facteurs lithologiques locaux, comme les alluvions des fonds de vallée (cas de la Têt).

La chute brutale des intensités, observée pour les Corbières, se retrouve au niveau du maillon Sud des Fenouillèdes, mais rien de semblable n'est observé ni dans le Canigou, ni dans les Albères. La topographie ne peut donc être seule invoquée.

Quelques valeurs extrêmes de rayons d'isoséiste (en km) sont données par le tableau suivant :

Intensité Direction	V	IV-V	IV	III	II
N	7.5	10	12	14	17.5
S	7.5	12.5			
E	3	10	19	21	25
W	3	10	19	25	
S.SE			+ de 41		
SE			35	+ de 40	
SW			17.5	40	47.5
NW			19	25	27.5

#### 3.11.2.4. Effets particuliers associés au séisme

Très généralement, un bruit souterrain accompagne le séisme. Ressenti plus nettement au voisinage de l'épicentre, comme un bang violent suivi d'un grondement (Estagel, Tautavel, etc.), il est perçu ailleurs comme un roulement ou grondement (Boule d'Amont, Calce, Camélas, Ceret, Clair, Espira, Latour de France, Le Perthus, Le Soler, Rivesaltes, Peyrestortes, Perpignan, Ponteilla, Prades, Salses, St Nazaire en Roussillon, Villefranche de Conflent, Vingrau).

Loin de l'épicentre, le séisme n'est plus perçu que par ce seul bruit, à Malras (Aude) et Rosas (Espagne). Perçu plus faiblement, ce bruit a été comparé à celui d'un coup de vent non sans confusions (Amélie-les-Bains, Rivesaltes, Perpignan).

#### 3.11.2.5. Quelques indications sur les directions apparentes des secousses

Elles ne concernent que 11 localités, assez proches de l'épicentre (moins de 15 km), à l'exception du Perthus. Huit témoignages mentionnent la direction E.W., dont six précisent le sens d'Est en Ouest; deux indiquent la direction N.S. et un, au Perthus, point le plus éloigné de l'épicentre, la direction SW-NE.

#### 3.11.3. Séismes historiques locaux

Un certain nombre de séismes locaux ont affecté la région dans le passé, sans dépasser l'intensité VI.

Un premier groupe apparaît sur le littoral roussillonnais, mais la localisation des épicentres est incertaine :

- 13.08.1798 : région d'Argelès ( $I_0 = VI$ ),
- 26.10.1862 : épicentre en mer, au large du Canet ? (VI à St Laurent et Cabestany),
- 18.03.1915 : région de St Nazaire en Roussillon ( $I_0 = VI$ ),
- 28.09.1917 : épicentre en mer, au large de Port Vendres ? (V à Perpignan, Port Vendres, Banyuls).

Un second groupe est formé de séismes dont les épicentres se situent plus à l'Ouest :

- région de St Paul de Fenouillet,
- région d'Axat,
- vallée de la Têt, au S.W. de l'Île sur Têt.

Le séisme du 3.11.1978 ne modifie pas la carte des intensités maximales observées pour la région, mais permet de préciser la distribution des épicentres, avec un groupement dans la vallée de l'Agly.

Ajoutons que des considérations sismotectoniques sont données par le Bilan Annuel diffusé par le B.R.G.M. En particulier, l'accent est mis sur la discussion de la profondeur du foyer à partir des données macrosismiques.



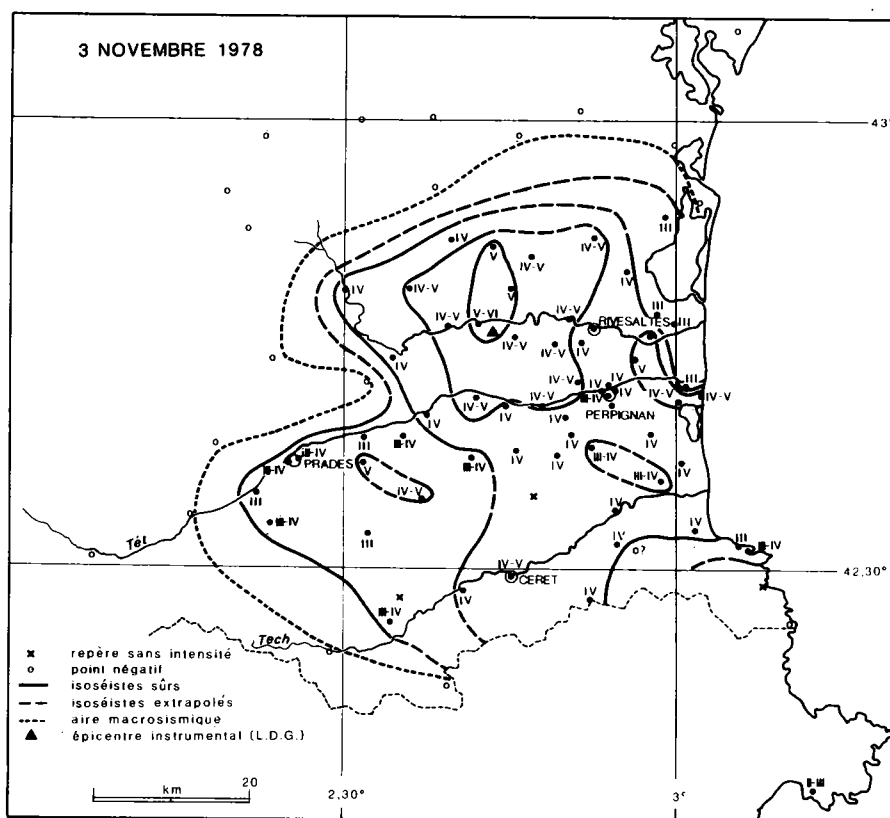


Figure 4

#### Le séisme roussillonnais du 3 novembre 1978

### 3.12. Le séisme limousin du 6 novembre 1978 (figure 5)

Ce séisme est un des plus forts enregistrés en France en 1978. L'enquête a été lancée aussitôt auprès des gendarmeries, ce qui a permis d'apprécier, dans un premier temps, l'extension probable du séisme, soit six départements. Approfondie grâce aux envois de questionnaires, elle a bénéficié de très nombreux témoignages consécutifs à l'appel passé dans le *Populaire du Centre* et *Centre-Pressé* et de la précieuse collaboration du Doyen Lacotte (Université de Limoges) qui a recueilli lui-même plus de soixante témoignages.

#### 3.12.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine: 10 h 48 mn 24 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 45,7°N/1,0°E, soit à proximité de Savernac (Haute-Vienne)
- magnitude ( $M_L$ ): 4,3

#### 3.12.2. Données macrosismiques

Près de 300 témoignages concernent 94 localités dont 54 en Haute-Vienne, 3 en Vienne, 6 en Corrèze, 9 en Charente, 12 en Dordogne et 10 en Creuse.

##### 3.12.2.1. Intensité maximale et aire pléistoséiste

L'intensité maximale observée est V-VI, atteinte en trois localités :

- Gorre (87) : « tous les habitants sont sortis de chez eux, très effrayés... des tôles recouvrant un tas de

bois sont tombées... des plâtres sont tombés du plafond et du clocher de l'église, et des plaques de crépis (en mauvais état) se sont décollées..., meubles secoués, vaisselle fortement entrechoquée... les ardoises ont fortement vibré sur les toits de l'église et de la mairie... Le séisme a été ressenti à l'extérieur des habitations, par de nombreuses personnes. Quelques sonnettes ont tinté spontanément et une chaudière de chauffage central s'est arrêtée» ;

- Châlus (87) : «ressenti par toute la population, y compris à l'extérieur des maisons... quelques chutes de débris de plâtres» ;

- Marval (87) : «ressenti par de nombreuses personnes... fissurations de plâtres et rares chutes de tuiles».

L'intensité VI est peut-être atteinte à Gorre et Châlus, mais certains témoignages sont bien en deçà (IV-V, voire IV) ; c'est pourquoi a été retenu V-VI. A Marval, aucune suite n'a été donnée à nos demandes de précisions sur les dommages aux bâtiments.

L'aire pléistosséiste dessine un V dont les branches sont orientées respectivement WSW-ENE et SSW-NNE et englobe l'épicentre instrumental. Compte tenu des remarques précédentes, l'épicentre macrosismique peut être localisé entre Châlus et Gorre, par 45°41' de latitude N et 0°59' de longitude E.

La surface de l'aire pléistosséiste est légèrement supérieure à 100 km<sup>2</sup>.

### 3.12.2.2. Aire macrosismique

Elle est relativement bien limitée au Nord, à l'Ouest et au Sud-Ouest, par les points négatifs. Sa limite est moins nette au Sud. A l'Est, elle pose un problème d'interprétation : si plusieurs points négatifs dessinent une bande orientée grossièrement NNE-SSW, plus à l'Est apparaissent des intensités II et même IV, respectivement à Faux-la-Montagne et Blessac (Creuse). De même, légèrement plus au Sud, le séisme est ressenti à Treignac et Tarnac (Corrèze). Il n'est pas possible de rattacher ces points aux aires d'intensité correspondante, ni même de dessiner une enclave, en raison de leur espacement. La limite de l'aire macrosismique pourrait donc se situer 20 à 25 km plus à l'Est des pointillés de la carte. L'aire macrosismique couvre la totalité de la Haute-Vienne, déborde légèrement sur la Charente, la Corrèze et la Creuse, plus largement sur la Dordogne et effleure la Vienne. Sa surface est de l'ordre de 7.500 km<sup>2</sup>, à 1.000 km<sup>2</sup> près, et pourrait atteindre 9.000 km<sup>2</sup> si l'on tient compte de l'enclave à l'Est.

### 3.12.2.3. Décroissance des intensités et allure des isoséistes

Manifestement la décroissance des intensités est assujettie à un facteur azimutal. Etant donné que tous les points d'observation ou presque se situent en terrains plutoniques ou métamorphiques (l'aire macrosismique ne débordant pas ou peu sur les formations sédimentaires du seuil du Poitou, du Sud du Bassin Parisien, ou du Nord du Bassin Aquitain), il est vraisemblable que l'allure des isoséistes traduise plus l'effet du mécanisme à la source que celui de variations des facteurs de propagation. Néanmoins, on s'attendrait alors à une certaine symétrie par rapport au foyer, selon une direction donnée, ce qui n'est pas le cas. Cette situation n'est pas sans rappeler celle observée lors du séisme d'Oradour/Vayres du 8 septembre 1976 (cf. 3.12.3).

Ainsi les isoséistes montrent un allongement dans la direction NNE à NE (surtout si l'on tient compte de l'enclave en Creuse), tandis que l'atténuation est très rapide vers le Sud et le Sud-Ouest. La diversité des gradients est illustrée sur le tableau suivant, par les valeurs moyennes des rayons des différentes isoséistes, mesurés par secteurs azimutaux de 45° :

N.B. : - 1) il n'est pas tenu compte dans ces valeurs de l'enclave Est.

- 2) Ces valeurs sont mesurées à partir de l'épicentre macrosismique choisi (cf. 3.12.2.1).

R \ Az	Az							
	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°
V	14	9	11	11	16	20	20	22
IV	42	25	19	19	22	25	26	30
III	57	57	31	31	26	37	37	47
II	65	62	40	40	30	42	45	60

Quelques valeurs extrêmes permettent de compléter cet aperçu :

	Minimum		Maximum	
	R (km)	Azimut	R (km)	Azimut
V	7.5	N 75°	24	N 340°
IV	19	N 180°	50	N 30°
III	21	N 200°	77.5	N 50°
II	25.5	N 200°	85	N 45°

#### 3.12.2.4. Quelques données sur les directions apparentes de mouvement

Ces directions sont signalées soit lorsque les personnes semblent percevoir une propagation des vibrations, soit, et – c'est le cas le plus général – lorsque le bruit accompagnant le séisme paraît se propager selon une direction déterminée.

Plus rares sont les indications concernant la direction d'oscillation d'objets. Aucune ne concerne des déplacements réels. Pour toutes ces raisons, il s'agit d'appréciations bien subjectives et, par suite, fort délicates à interpréter.

Néanmoins, elles méritent d'être mentionnées ici, car elles sont particulièrement nombreuses et concernent une trentaine de localités.

Si l'on fait abstraction du sens dans un premier temps, les directions N.S. et E.W. sont nettement majoritaires (24/29). Cinq témoignages mentionnent la direction SW-NE, dont 4 concernent des localités assez éloignées de l'épicentre.

Lorsque l'on prend en compte le sens, la distribution est assez floue. Néanmoins, il est à noter que si l'on considère une ligne courbe passant par l'épicentre, orientée WSW-ENE à son voisinage, et SW-NE plus loin vers le N.E., les mouvements d'E en W prédominent au N et N.W. de cette ligne, tandis que ceux d'W en E sont majoritaires au S et au S.E. Le cas des mouvements N.S. et S.N. est moins clair.

Avec toutes les réserves qui s'imposent, il est intéressant de remarquer qu'une telle distribution s'accorderait avec un décrochement dextre selon la ligne définie plus haut.

#### 3.12.2.5. Quelques effets associés au séisme

Dans presque toutes les localités où le séisme a été ressenti, il a été accompagné d'un bruit souterrain, décrit de façon diverse. Parfois même, le séisme n'a été perçu que par ce bruit. De l'ensemble des témoignages, il ressort 3 points :

1) Au voisinage de l'épicentre, le bruit est perçu d'abord comme une explosion (bang) puis comme un grondement ou un roulement qui s'éloigne progressivement.

2) Plus loin de l'épicentre, seul le grondement est perçu, de façon suffisamment nette et forte pour effrayer les habitants et leur permettre d'en préciser la direction de propagation. Ce bruit est donné généralement comme durant de quelques secondes à 15 secondes environ.

3) Ce bruit est encore perçu très loin de l'épicentre, alors que plus aucune vibration, oscillation ou toute autre manifestation du séisme n'est distinguée.

Le séisme d'Oradour/Vayres du 8.9.1976 avait été également accompagné d'un bruit souterrain aux caractéristiques semblables.

#### 3.12.2.5.2. Effets sur les animaux

Les témoignages ne précisent généralement pas s'il s'agit d'effets « précurseurs » (reconnus avant le séisme) ou d'effets consécutifs à la secousse. Aussi ne sont-ils rappelés ici qu'à titre anecdotique.



L'allure des isoséistes est cependant différente : si, dans les deux cas, l'allongement est net en direction N.NE, les isoséistes de 1976 présentent aussi un allongement de direction grossièrement E.W.

D'une façon générale, l'aire macrosismique de 1978 est légèrement décalée à l'Est par rapport à celle de 1976.

Cette comparaison ne préjuge en aucune manière des indications du Bilan de 1976 que le B.C.S.F. vient de publier (remarque ajoutée en 1984).

Si l'on reporte tous les épicentres localisés par le L.D.G. dans cette région depuis 1975 – erreur de localisation inférieure à 5 km –, on retrouve les deux directions ENE-WSW et N-S, cette dernière étant d'ailleurs plus marquée.

#### 3.12.4. Le séisme du 29 avril 1977 (pour mémoire)

Dans cette région a eu lieu le 29 avril 1977 un troisième séisme, dont l'épicentre se situe à proximité de Châlus, soit légèrement plus au Sud. Nous ne disposons d'aucune information macrosismique pour ce séisme, beaucoup plus faible par ailleurs ( $M_L$  : 3.0).

Une dernière particularité des séismes limousins des 8.9.76 et 6.11.78, parmi les plus forts enregistrés dans le Massif-Central, est d'ailleurs de ne pas être ou être peu suivis de répliques – notons, après le séisme du 6.11.1978, celles des 13.11, 23.11, 29.11 et 18.12 –, à la différence des crises sismiques connues par exemple à Eguzon (avril 1977) ou Cône d'Allier (avril-mai 1977), d'après A. Delhaye et J.P. Santoire (Rapports L.D.G. n° 80/77 et 97/77).

Ajoutons que des considérations sismotectoniques sont données par le Bilan Annuel diffusé par le B.R.G.M. En particulier, l'accent est mis sur la discussion de la profondeur du foyer à partir des données macrosismiques.

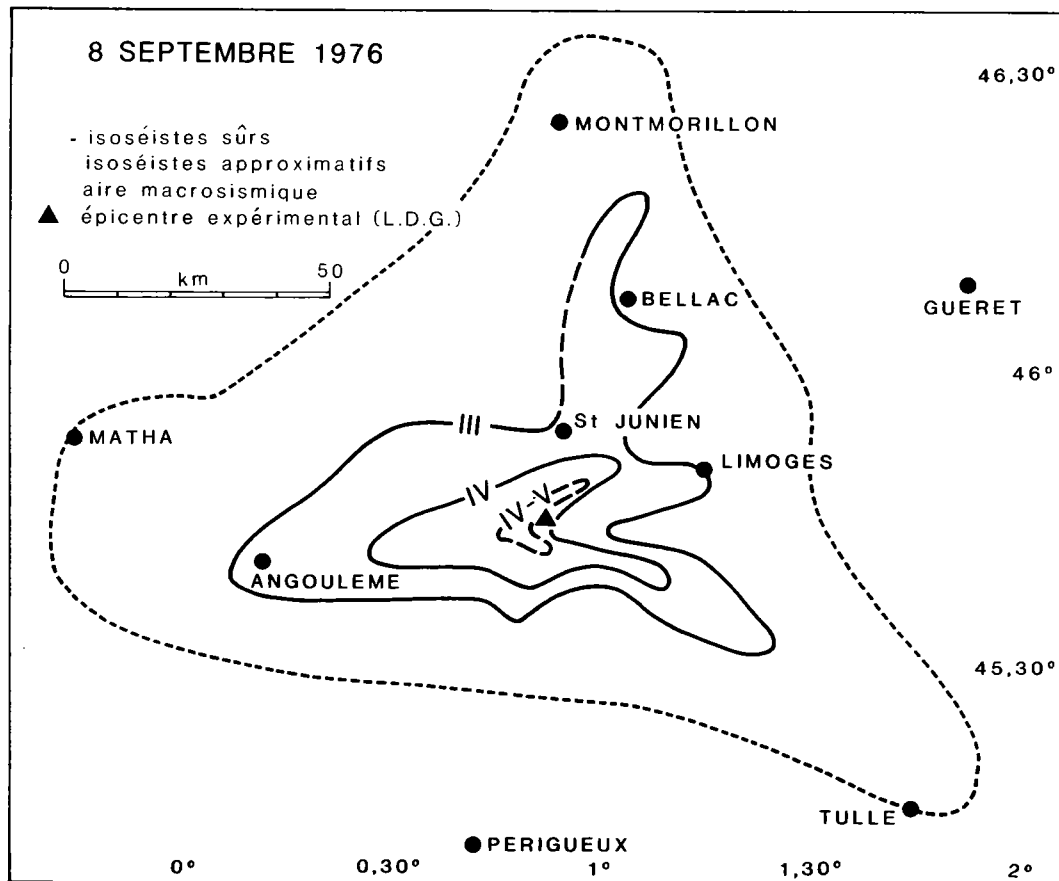


Figure 6

Le séisme limousin du 8 septembre 1976 (pour mémoire)

### 3.13. Le séisme mineur de Montory (Pyrénées Occidentales) du 19 novembre 1978

Ce séisme n'a pas fait l'objet d'une enquête et nous aurait échappé si l'un de nos correspondants ne nous l'avait signalé près de deux mois plus tard. En effet, la presse n'en fait aucune mention.

Le Bulletin du L.D.G. donne les indications suivantes :

- heure origine : 11 h 32 mn 06 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,1°N/0,6°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.4

L'heure origine correspond bien à l'heure locale de 12 h 34 donnée par notre correspondant, qui malheureusement nous a écrit trop tard pour nous permettre d'approfondir l'enquête au sujet d'un événement aussi modeste.

L'intensité est au moins de IV-V à Montory ; le séisme a également été ressenti à Lanne et Tardets-Sorholus, soit dans un rayon de 5-10 km. L'épicentre L.D.G. est situé à une dizaine de km à l'Est.

Le Bulletin L.D.G. signale une réplique de magnitude 3.0 le 21 novembre à 8 h 14 mn 05 s., sans effet macrosismique à notre connaissance.

### 3.14. L'essai de Barcelonnette des 23 et 24 décembre 1978

Cette série de secousses, très modestes, a fait paradoxalement l'objet de nombreux échos de presse, même dans la presse nationale (*Le Provençal* du 25.12.1978, *L'Humanité* du 25 et 26.12.1978, *Le Matin* du 26.12.1978, etc.).

Les résultats de l'enquête du B.R.G.M. sont très limités ; il est difficile de savoir s'il convient de mettre seul en cause le caractère modéré de l'événement.

#### 3.13.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. signale trois secousses :

le 23.12.1978 :

- heure origine : 2 h 47 mn 33 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 44,34°N/7,02°E
- magnitude ( $M_L$ ) : 2.9

le 24.12.1978 :

- 1) - heure origine : 6 h 19 mn 58 s.  
- coordonnées de l'épicentre : 44,32°N/7,32°E  
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.0
- 2) - heure origine : 8 h 41 mn 51 s.  
- coordonnées de l'épicentre : 44,32°N/6,98°E  
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.1

#### 3.14.2. Informations macrosismiques

Seules les secousses du 23 décembre et du 24 à 9 h 40 (locale) ont été perçues.

Nous n'avons malheureusement reçu que 5 questionnaires sur une vingtaine ; il est donc impossible de cerner avec précision les effets de ces deux secousses.

Bien que la seconde soit de magnitude plus forte (3.1) que la première (2.9), elle semble n'avoir été ressentie qu'à Barcelonnette même. Quant à la première, elle l'est avec certitude jusqu'à une dizaine de km de Barcelonnette (Les Thuiles : III-IV). L'intensité maximale est de IV-V (nombreux réveils à Barcelonnette). Il est donc probable qu'il y ait une différence de profondeur entre les deux foyers, même si l'on considère que les deux secousses sont d'importance égale, compte tenu de l'imprécision sur le calcul de la magnitude.

L'écart avec la localisation instrumentale est donc d'environ 25 km vers le S.W., mais le réseau L.D.G. est mal adapté pour la localisation de séismes alpins aussi faibles.

Même partiels, ces résultats témoignent du caractère très modéré de ces secousses. Il est cependant intéressant de noter que des chocs de si faible magnitude aient pu être ressentis. Quant à l'écho donné par la presse à cet événement, il peut être attribué à l'affluence de touristes en cette saison et à la sensibilisation de la population par les dégâts du séisme de 1959.

### 3.14.3. Contexte

Cette rubrique est antérieure à la publication du Bilan de 1977 par le B.C.S.F.

Les habitants des vallées de l'Ubaye et de l'Ubayette (Col de Larche) avaient déjà ressenti une dizaine de secousses en août 1977 et quatre en janvier 1978.

L'étude de microsismicité effectuée dans la région Ubaye/Queyras par le laboratoire de Géophysique interne de Grenoble, en septembre et octobre 1977, souligne le caractère continu de cette sismicité, avec quelques crises plus marquées au cours desquelles le nombre de séismes enregistrés pouvait atteindre la centaine par jour. La magnitude de ces « microséismes » n'excède que rarement 3.0. Les localisations très précises effectuées à partir de ces enregistrements (erreur de localisation inférieure à 2 kilomètres) montrent un groupement en trois essais principaux: Brec de Chambeyron, Rocca Blanca et Monts Pence et Gabe), soit dans une région située à 20-25 kilomètres au Nord-Est de Barcelonnette. 20% des séismes enregistrés sont localisés dans la haute vallée de l'Ubaye et au Nord-Ouest de celle-ci (J. Fréchet, Sismicité du Sud-Est de la France et une nouvelle méthode de zonage sismique, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, I.R.I.G.M., Université de Grenoble, juin 1978).

La vallée de l'Ubaye et ses abords sont donc le siège d'une activité sismique caractéristique dont ne sont pas exclus de forts séismes comme celui du 5 avril 1959 (intensité maximale VIII, d'après le B.C.S.F., à St Paul/Ubaye).

### 3.15. Le séisme d'Aulus-les-Bains (Ariège) du 29 décembre 1978

Bien que la presse locale ait signalé deux secousses ressenties à Aulus-les-Bains et Castillon, l'enquête entreprise dès la première semaine de janvier n'a pas abouti. En effet, sur 20 questionnaires, deux réponses seulement, négatives de surcroît (Oust et Lercoul), nous ont été adressées. Le fait est d'autant plus surprenant que la *Dépêche du Midi* du 30.12.1978 décrit l'événement en ces termes: « les habitants d'Aulus et de Castillon ont été tirés de leur sommeil, la nuit dernière, par une secousse sismique qui a duré quelques fractions de secondes. La première a été ressentie à Aulus vers 1 h 30; la seconde dans la région de Castillon vers 4 heures... Dans les localités concernées, on a évidemment assisté au scénario habituel: déplacements d'objets, craquements de plancher, etc. ».

Le Bulletin du L.D.G. ne signale qu'une secousse:

- heure origine: 0 h 19 mn 36 s.
- coordonnées de l'épicentre: 42,6°N/0,9°E
- magnitude ( $M_L$ ): 3.7

Si celle-ci coïncide bien avec la secousse signalée vers 1 h 30 H.L. par la *Dépêche du Midi*, le bulletin ne mentionne pas la secousse de 4 h H.L.

L'épicentre instrumental du L.D.G. est distant d'une quarantaine de km, au Sud-Ouest.

Comme le séisme n'a pas été ressenti à Oust (entre Aulus et Castillon), l'éventualité d'une confusion, par la presse, entre Castillon et le village d'Estillon, beaucoup plus proche d'Aulus, n'est pas à exclure. Quant à l'intensité à Aulus, les relents de « routine » dont est empreint le compte rendu de presse (« on a évidemment assisté au scénario habituel... ») permet de mettre en doute la fiabilité de la description. Néanmoins, une intensité IV (voire IV-V?) est possible en raison du réveil des habitants.

Notons « dix données positives en Espagne » (information de M. Stahl). S'impose une discussion d'ensemble.

#### IV. PERSPECTIVES (1979, pour l'essentiel)

Ces données sont à la disposition de la communauté scientifique, invitée à les compléter et à les exploiter.

Nul doute que l'une ou l'autre personne détienne d'autres renseignements macrosismiques relatifs à ces événements. D'autre part, il est probable que des séismes mineurs, de faible magnitude, à peine ressentis, aient échappé à notre vigilance. La communication de tels renseignements nous permettrait d'étoffer nos dossiers dans l'intérêt commun. D'avance, nous remercions ces correspondants que nous souhaitons nombreux.

Pour notre part, nous nous sommes bornés au rappel des données instrumentales à portée de main. La recherche systématique d'autres informations (réseaux locaux, stations étrangères, etc.) et la discussion de l'ensemble des données instrumentales échappent bien entendu à notre propos immédiat.

Un tel effort est cependant une condition *sine qua non* d'une discussion approfondie des événements de l'année, en vue d'une confrontation plus systématique des données instrumentales et macrosismiques.

En toute logique, cet effort devrait précéder toute interprétation sismotectonique. Sans attendre cette étape, l'intérêt particulier d'un séisme ou d'autres obligations peuvent cependant conduire le B.R.G.M. à intégrer provisoirement des événements de 1978 dans l'une ou l'autre esquisse sismotectonique.

En acceptant la responsabilité des enquêtes macrosismique, en les conduisant de son mieux, avec des moyens propres très limités, en mettant leurs résultats à la disposition du public, nous formulons plusieurs souhaits :

- que se développe la prise de conscience du rôle scientifique et pratique des enquêtes macrosismiques, à un moment où la sismicité historique connaît une véritable renaissance dont témoignent plusieurs publications méthodologiques ;
- que les réseaux instrumentaux soient non seulement sauvegardés, mais aussi étoffés et homogénéisés, de manière à améliorer la confrontation des données instrumentales et macrosismiques,
- que soient entreprises de larges interprétations sismotectoniques à l'échelle régionale, en tirant profit d'une meilleure connaissance des séismes actuels et des nombreux apports d'une révision de sismicité historique,
- en un mot, que la reprise des enquêtes soit l'un des éléments d'une « catalyse », comme le Projet « Sismotectonique » (1976-1978).



**TABLEAU DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES  
D'UNE SÉLECTION DE SÉISMES  
DONT LES EFFETS MACROSISMIQUES SONT CONNUS**

Pour l'essentiel, ce tableau reprend celui du « Résumé des principaux résultats scientifiques et techniques du Service Géologique national pour 1978 » (B.R.G.M., 1979).

Date**	Région	Epicentre instrumental	M <sub>L</sub> *	Intensité maximale observée
5 janvier 1978 0 h 12 T.U.	Montory (64)	43,1°N 0,8°W	3.4	V
11 février 1978 14 h 13 T.U.	St Pourçain/Sioule (03)	46,22°N 3,13°W	4.1	IV
16 février 1978 23 h 34 T.U.	Arette (64)	non localisé par le L.D.G.	3.7 (I.P.G. Paris)	inconnue
17 février 1978 2 h 34 T.U.	Hasparren (64)	43,2°N 0,9°W	4.1	V-IV
17 février 1978 4 h 33 T.U.	Montory (64)	43,1°N 0,8°W	3.6	IV
17 février 1978 19 h 39 T.U.	Montory (64)	43,2°N 0,8°W	3.2	inconnue
2 avril 1978 10 h 56 H.L.	Montory (64)	non localisé par le L.D.G.	inconnue	III
3 avril 1978 6 h 27 T.U.	Linguizetta (20)	42,2°N 9,5°E	4.4	VI
11 juin 1978 8 h 28 T.U.	Oloron-Ste-Marie (64)	43,1°N 0,6°W	3.9	inconnue
29 août 1978 22 h 24 T.U.	Lodève (34)	43,7°N 3,3°E	3.9	IV-V
3 septembre 1978 5 h 9 T.U.	Jura souabe	48,3°N 8,9°E	5.8	VI en France
19 août 4 h 21 T.U. et 18 septembre 1978 18 h 15 T.U.	Mourenx (64)	43,4°N 07°W 43,4°N 05°W	3.6 4.0	III-IV V
3 novembre 1978 6 h 38 T.U.	Perpignan (66)	42,75°N 2,68°E	4.3	V-VI
6 novembre 1978 10 h 48 T.U.	St-Laurent-sur-Gorre (87)	45,7°N 1,0°E	4.3	V-VI
19 novembre 1978 11 h 32 T.U.	Montory (64)	43,1°N 0,6°W	3.4	IV-V
23 décembre 2 h 48 T.U. et 24 décembre 1978 8 h 42 T.U.	Barcelonnette (04)	44,3°N 6,9°E	2.9 et 3.1.	IV-V
29 décembre 1978 0 h 20 T.U.	Aulus-les-Bains (09)	42,6°N 0,9°E	3.7	IV-V

\* Données du L.D.G. en général

\*\* Heures simplifiées

## CARTE DE LA MACROSISMICITÉ DE LA FRANCE EN 1978

(rédaction en 1983)

### I. Présentation

Ce type de carte se limite aux épicentres situés en France, parfois localisés d'une manière approximative. En outre, sont signalées ponctuellement les intensités maximales en France pour les séismes dont l'épicentre est situé hors des frontières (séisme souabe du 3.9.1978).

Pour faciliter une éventuelle mise à jour de l'ouvrage consacré par le B.R.G.M. aux Tremblements de Terre en France (1979), est utilisée ici la légende de la carte qui l'accompagne.

Par convention, les intensités intermédiaires sont figurées par le symbole de l'intensité supérieure.

### II. Commentaires

Aucun séisme ne dépasse l'intensité VI.

A l'exception des effets du séisme souabe du 3.9.1978, l'activité macrosismique connue est cantonnée dans la moitié méridionale de la France.

Surviennent des séismes épars en Limousin, Bourbonnais, Lodévois, Ubaye, Corse. Si tous présentent un grand intérêt sismotectonique, la crise corse a particulièrement retenu l'attention, en suscitant plusieurs publications.

S'ajoute une notable sismicité pyrénéenne, avec des événements isolés en Roussillon et Videssos et un remarquable groupement dans les Pyrénées occidentales (région de Tardets - Arette). Notons aussi le cas particulier de la sismicité de l'avant-pays béarnais (environs d'Artix).

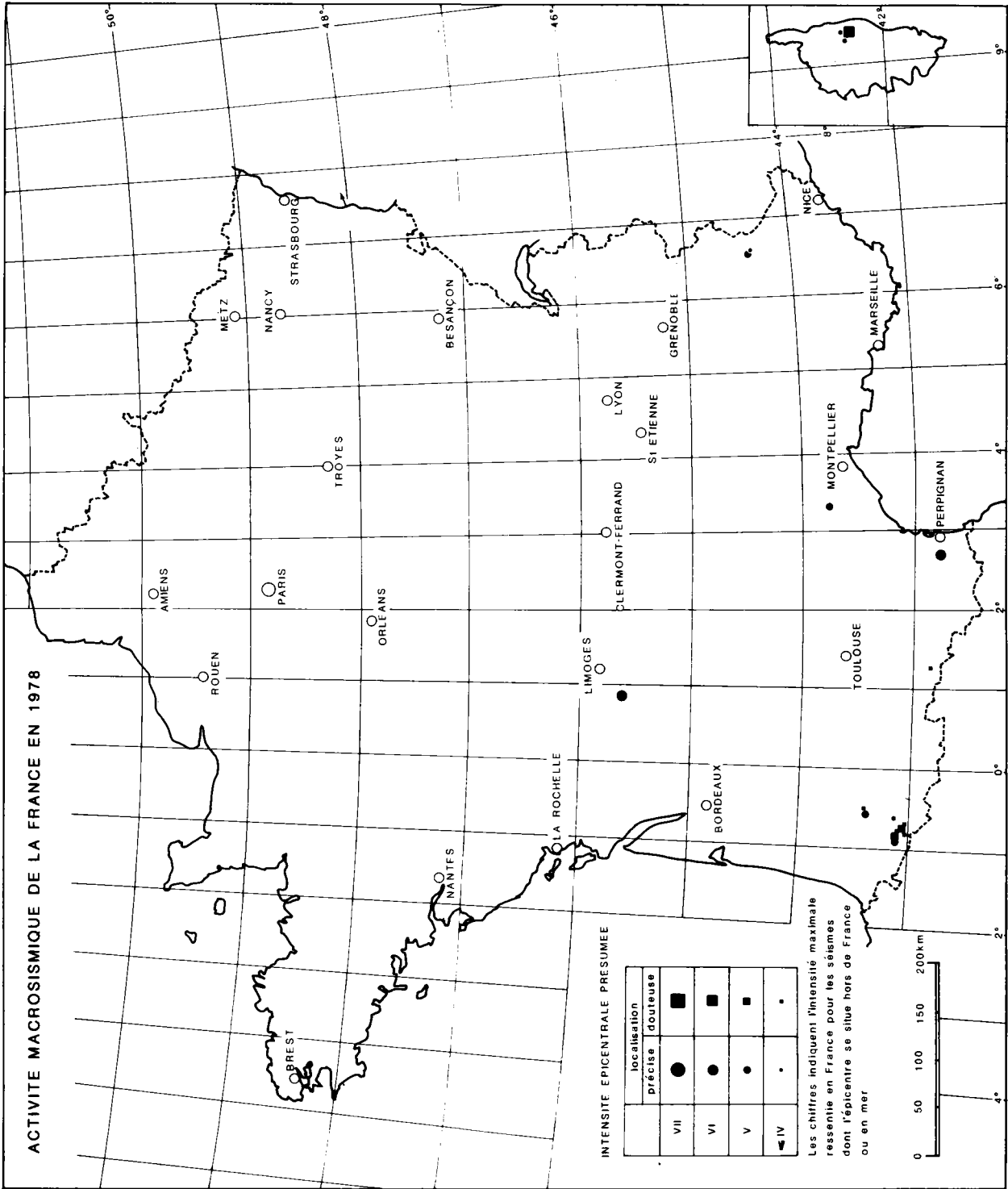
A souligner l'absence de séisme sur le littoral méditerranéen, volontiers mis en relief.

Les séismes de 1978 n'apportent qu'une seule modification, mineure, à la carte des intensités maximales connues (état des connaissances fin 1977), à savoir en Limousin, avec l'apparition d'une modeste aire d'une intensité de l'ordre de V-VI aux environs de Châlus, au S.W. de Limoges.

Au demeurant, la révision de sismicité historique, poursuivie depuis lors dans ce domaine, livre des indications, il est vrai mal localisées, propres à faire envisager une intensité VI, pour le moins, dans l'ensemble de la région.

D'une manière générale, cet effort continu de révision ne cesse d'apporter une foule de précisions et de nuances qui appellent une urgente mise à jour de documents élaborés à partir de matériaux rassemblés en 1976-77.

A un moment où il est fait si grand cas des « Risques Naturels » dans leur ensemble et surtout de la sismicité, par exemple en matière d'assurances, le public serait en droit de s'étonner de l'absence d'une telle mise à jour, après cinq ans.



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR  
Direction de la Sécurité civile

ANNEXE 3

BUREAU DE RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
Service géologique national

INSTITUT NATIONAL  
D'ASTRONOMIE ET DE GÉOPHYSIQUE  
Bureau central sismologique français

*Jusqu'ici, les enquêtes relatives aux effets des séismes ressentis en France (enquêtes macrosismiques) étaient entreprises par le Bureau central sismologique français (Institut de physique du globe de Strasbourg). Une convention passée entre l'Institut national d'astronomie et de géophysique et le Bureau de recherches géologiques et minières (Service géologique national) confie à ce dernier la collecte et l'archivage des renseignements et témoignages relatifs à ces tremblements de terre. En accord avec Monsieur le Directeur de la Sécurité civile, je demande aux destinataires de ce questionnaire d'apporter leur contribution à ces enquêtes dont je souligne l'intérêt.*

LE PREFET

Nous vous serions reconnaissants de remplir ce questionnaire, même partiellement. En outre, sa dernière page, blanche, vous permet de préciser l'un ou l'autre point.

**Veillez renvoyer ce questionnaire à Monsieur le Préfet, Direction départementale de la Protection civile**  
pour regroupement et transmission au B.R.G.M., Division Risques naturels, B.P. 6009, 45018 ORLEANS Cédex – Tél. (38) 63.80.01.

1 – DEPARTEMENT

COMMUNE

CODE POSTAL  CODE INSEE

Lieu-dit

LE TREMBLEMENT DE TERRE A-T-IL ETE RESSENTI DANS VOTRE COMMUNE ?

OUI  NON  Si non indiquer les communes voisines qui l'ont senti :

2 – DATE :  HEURE DE LA SECOUSSE PRINCIPALE :

Jour Mois Année heure minutes

AUTRES SECOUSES : OUI  NON  NOMBRE

3 – LE TREMBLEMENT DE TERRE A-T-IL ETE RESSENTI DANS LA COMMUNE PAR

- QUELQUES PERSONNES (de l'ordre de 5 %) ?
- DE NOMBREUSES PERSONNES (de l'ordre de 50 %) ?
- L'ENSEMBLE DE LA POPULATION (75 % et plus) ?

4 – OU SE TROUVAIENT EN GENERAL LES PERSONNES QUI ONT RESSENTI LE TREMBLEMENT DE TERRE ?

- DANS LES MAISONS INDIVIDUELLES
- DANS LES IMMEUBLES
- EN PLEIN AIR

5 – QUELS ONT ETE SES EFFETS SUR LES PERSONNES ?

Préciser par la lettre correspondante si ces effets sont rares (R) de l'ordre de 5 %, nombreux (N) de l'ordre de 50 %, généralisés (G) de l'ordre de 75 %.

- REVEILS  FRAYEUR
- PERTES D'EQUILIBRE  PANIQUE

6 - A-T-IL EU DES EFFETS SUR LES ANIMAUX ? OUI  NON

Lesquels ?

7 - QUELS ONT ETE SES EFFETS SUR LES OBJETS ?

Préciser par la lettre correspondante si ces effets sont rares (R), de l'ordre de 5 %, nombreux (N), de l'ordre de 50 %, généralisés (G) de l'ordre de 75 %.

- VIBRATIONS DE VAISSELLE ET DE VITRES
- TINTEMENTS DE SONNETTES
- ARRETS DE PENDULES
- CRAQUEMENTS DE MEUBLES, PLANCHERS ET PLAFONDS
- DEPLACEMENTS D'OBJETS SUSPENDUS (TABLEAUX, ETC.)
- DEPLACEMENTS DE MEUBLES LEGERS
- DEPLACEMENTS DE MEUBLES LOURDS
- CHUTES D'OBJETS

8 - QUELS DEGATS IMMOBILIERS ONT ETE PROVOQUES PAR LE SEISME ?

Les constructions sont classées en trois types :

- La colonne **A** correspond aux maisons en : ARGILE, PISE, BRIQUES CRUES, PIERRE TOUT VENANT
- La colonne **B** correspond aux maisons en : BRIQUES TOUT VENANT, MAÇONNERIE ET BOIS (MIXTE), PIERRES TAILLEES
- La colonne **C** correspond aux maisons en : CONSTRUCTION EN BETON ARME, CONSTRUCTION EN BOIS

Indiquer dans la case correspondante l'importance des dégâts, rares (R), de l'ordre de 5 %, nombreux (N), de l'ordre de 50 %, généralisés (G), de l'ordre de 75 %.

TYPE: **A** **B** **C**

- FISSURATION DES PLATRES
- CHUTES DE DEBRIS DE PLATRES
- FISSURATION DES MURS
- FISSURATION DES CHEMINEES
- CHUTES DE TUILES
- LEZARDES LARGES DANS LES MURS
- CHUTES DE CHEMINEES
- BRECHES DANS LES MURS
- RUPTURES DE SOLIDARITE ENTRE LES PARTIES D'UNE CONSTRUCTION
- EFFONDREMENTS

## 9 – QUELLE EST LA NATURE DU TERRAIN AUX ENDROITS OU CES DEGATS SE SONT PRODUITS ?

MEUBLE  ROCHEUX 

## 10 – SOURCES ET PUIITS ONT-ILS ETE AFFECTES ?

- CHANGEMENT DU NIVEAU DE L'EAU :
- MODIFICATION DU DEBIT :
- TROUBLE DE L'EAU :

## 11 – A-T-ON OBSERVE DES EFFETS SUR LE TERRAIN ?

- CREVASSES AFFECTANT DES REMBLAIS :
- CREVASSES AFFECTANT LE SOL NATUREL :
- GLISSEMENTS :
- EBOULEMENTS :
- DEFORMATION DES ROUTES :

## 12 – AVEZ-VOUS PERSONNELLEMENT RESSENTI LE TREMBLEMENT DE TERRE ?

OUI  NON Si oui, étiez-vous dans votre MAISON  A QUEL ETAGE EN PLEIN AIR 

QUELLE ET'AIT VOTRE OCCUPATION :

NOM : .....

PRENOM : .....

PROFESSION : .....

ADRESSE : .....

DATE : --/--/--

Veillez noter au verso d'éventuelles précisions et tout renseignement au sujet de phénomènes que ce questionnaire n'envisage pas ou n'aborde que partiellement et qui vous paraissent présenter de l'intérêt (nombre, durée, heure approximative, directions apparentes des secousses, bruits, etc.).

Joindre si possible croquis et photos.

*Merci de votre collaboration*

RK/CM

ANNEXE 4

MINISTÈRE  
DE L'INTÉRIEUR

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION DE LA SÉCURITÉ CIVILE

S/Direction Prévention & Etudes

Bureau des Risques Naturels,  
Industriels et Divers

CIRCULAIRE N° 78-478

PARIS, LE **26 OCT. 1978**

LE MINISTRE DE L'INTÉRIEUR

à

Messieurs les Préfets  
( Métropole )  
Cabinet - Protection Civile

SON/REG	
Arrivé le :	10 / 11 / 78
N°	356
Λ	Hummel

O B J E T : Enquêtes sur les effets des séismes ressentis en France.

J'ai l'honneur de vous informer de la prochaine reprise des enquêtes relatives aux effets des séismes ressentis en France (enquêtes macrosismiques), d'en rappeler l'arrière-plan et de vous faire connaître les modalités d'application envisagées à cet égard d'un commun accord par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et la Direction de la Sécurité Civile (DSC).

Arrière plan

Jusqu'à présent, les enquêtes macrosismiques étaient entreprises par le Bureau Central Sismologique Français (Institut de Physique du Globe de Strasbourg), sous la direction de M. le Professeur ROTHE. Une convention passée entre l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique (INAG) et le BRGM (Service Géologique National) vient de confier cette tâche à ce dernier.

Dès la signature de cette convention, le BRGM a pris contact avec la DSC dont les attributions comprennent les "risques" liés à la sismicité. A cette occasion, le BRGM a exprimé le souhait que les enquêtes puissent bénéficier, comme par le passé, du concours des autorités préfectorales.

Il est superflu de souligner l'intérêt de ces enquêtes. Le public porte une grande attention à la sismicité et à ses effets, directs et indirects. La protection des ouvrages contre le risque sismique est également à l'ordre du jour.

.../...

### Modalités d'application

Les enquêtes porteront sur l'ensemble des séismes perceptibles par l'homme, quelle que soit leur intensité. En effet, des événements de faible intensité peuvent présenter un intérêt majeur pour l'interprétation de la sismicité régionale ou pour l'évaluation du "risque sismique"

Dès que la Division "Risques Naturels", du BRGM aura connaissance d'un séisme (et, en l'occurrence, le DDPG peut également être l'informateur du BRGM), elle se mettra en rapport avec le DDPG du département concerné pour demander une enquête par questionnaire.

Cette première démarche, téléphonique par souci de rapidité et d'efficacité, sera toujours confirmée par une lettre officielle adressée au Préfet. Cette même conversation téléphonique se prêtera à une concertation avec le DDPG au sujet de détails techniques concernant la diffusion (voir ci-après).

Elle se poursuivra de manière à permettre d'ajuster le dispositif d'enquête aux éléments nouveaux qui parviendraient à la connaissance du DDPG ou du BRGM.

### Diffusion des questionnaires

La Diffusion des questionnaires, à votre diligence, se fera en tenant compte de 2 notions : le périmètre de l'enquête et le niveau de diffusion.

#### 1) Périmètres d'enquête

Un premier périmètre d'enquête, dit restreint, sera défini avec les DDPG. Dans un deuxième temps, ce périmètre sera susceptible d'être étendu, d'un commun accord, en fonction des renseignements parvenus à la connaissance du service Géologique National et des DDPG.

#### 2) Niveaux de diffusion

Deux niveaux sont envisagés :

- a) Diffusion étroite : gendarmerie, météorologie, etc...
- b) Diffusion large : mêmes destinataires et mairies (concours des instituteurs, gardes-champêtres, etc...

Après le niveau a, une diffusion complémentaire b serait donc effectuée si les circonstances l'exigeaient.

.../...



Il est ainsi possible d'envisager dans certains cas la juxtaposition d'une diffusion large dans un périmètre restreint, et d'une diffusion étroite dans un périmètre étendu.

La succession des niveaux de diffusion peut être justifiée par les circonstances, soit dans un périmètre restreint, soit dans un périmètre étendu, d'où une très grande souplesse dans l'application de ces formules.

#### Rassemblement des questionnaires

Les réponses seront regroupées par les DDPC dans un délai raisonnable, -une quinzaine de jours au plus- et transmises globalement au BRGM, Division des "Risques Naturels", BP-6009, 45018 ORLEANS CEDEX.

#### Mise à disposition des questionnaires

Pour réduire les délais, un stock de questionnaires sera confié aux DDPC dans les départements de sismicité notable.

Pour les autres départements, les questionnaires seront expédiés dans les meilleurs délais par le Service Géologique National, en cas de séismes connus soit par des enregistrements, soit par la presse, soit précisément par le DDPC.

Les questionnaires sont actuellement en instance d'impression : j'ai demandé au BRGM de vous en adresser dès que possible quelques exemplaires, de façon que vous-même et vos services puissiez en prendre connaissance, sans attendre la livraison soit du stock permanent dans les départements de sismicité notable, soit du stock qui serait adressé en cas de macroséisme dans les autres départements.

Vos services voudront bien demander directement au Service Géologique National leur approvisionnement ou leur réapprovisionnement en questionnaires. Cette demande pourra même être effectuée à l'occasion de la première communication téléphonique relative à un séisme.

Le Ministre de l'Intérieur  
et par délégation,  
Directeur de la Sécurité Civile

  
Christian GERONDEAU



**BILAN MACROSISMIQUE  
DE LA FRANCE  
POUR L'ANNÉE 1979**

**P. GODEFROY \***

**J. LAMBERT \***

**J. VOGT \***

avec la collaboration de

**P. COURTOT \***

## REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Le présent bilan appelle lui aussi quelques remarques.

C'est en 1980 qu'une première idée de l'activité macrosismique de la France en 1979 a été donnée par un tableau publié dans le volume annuel des « Résumés Scientifiques du Service Géologique national (B.R.G.M.), mais ce n'est qu'en 1983 qu'il a été possible de diffuser, en un nombre d'exemplaires très limité, un bilan détaillé, complété par une carte, en prélude à la présente publication. A vrai dire, ce bilan avait été préparé dès 1980, pour l'essentiel, en vue d'une publication par les soins du B.C.S.F.

Pour la conception du présent bilan, qu'il suffise de renvoyer, pour l'essentiel, aux explications qui précèdent celui de 1978, dans le même fascicule.

Est reprise ici une introduction rédigée en 1980, mais qui a malencontreusement échappé au bilan diffusé en 1983 (cf *supra*). En effet, ce texte jalonne une évolution, comme l'introduction du bilan de 1978, dans ce même fascicule.

Pour des raisons matérielles, il n'a pas été possible de reprendre systématiquement le corps du Bilan à la lumière des informations parvenues depuis 1980. Cependant il a été tenu compte de plusieurs informations et suggestions de M. Stahl. A ce propos, précisons qu'il ne peut être question, dans ce cadre, d'entrer dans les discussions de localisation instrumentale.

En réponse à plusieurs questions, il convient de mettre l'accent sur la souplesse des enquêtes. Si la priorité est accordée aux événements de magnitude  $\geq 4.0$ , c'est dans la mesure du possible que sont aussi considérés des événements de magnitude moindre et qui peuvent être à la limite de la perceptibilité. A cet égard, est pratiqué le pragmatisme, compte tenu des informations qui nous parviennent spontanément, de l'intérêt sismotectonique d'un événement mineur ou, simplement, des possibilités matérielles.

Soulignons l'apparition de croquis alimentés par l'ordinateur. C'est en effet en 1979 qu'a été entreprise au B.R.G.M., dans le cadre d'un contrat avec le C.E.A. et l'E.D.F., l'informatisation du patrimoine de sismicité historique et des enquêtes macrosismiques assurées par le B.R.G.M.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	47
1. Les deux séismes de la région de l'île d'Oléron du 13 janvier 1979 .....	48
2. Le séisme du 13 janvier 1979 dans la région de Bourbriac (Côtes du Nord) .....	48
3. Le séisme corse du 15 janvier 1979 .....	49
4. Le séisme mineur du Moyen Verdon du 23 janvier 1979 (Alpes de Haute Provence) .....	50
5. L'événement du 23 février 1979 dans la région de Biarritz .....	51
6. Le séisme corse du 27 mars 1979 .....	51
7. Le séisme diois du 16 avril 1979 .....	53
8. Le séisme de la région d'Argelès-Gazost, le 19 avril 1979 .....	54
9. Le séisme de la région de Lacq (Béarn) du 20 avril 1979 .....	55
10. Le séisme de la région de St Omer du 17 mai 1979 .....	56
11. Les effets en France du séisme du Lac de Morat (Suisse) du 3 juillet 1979 .....	57
12. Le séisme de la vallée d'Ossau du 6 juillet 1979 .....	59
13. Le séisme mineur en vallée d'Aspe du 17 juillet 1979 .....	59
14. Le séisme mineur du 1 <sup>er</sup> septembre 1979 en Ubaye .....	60
15. Le séisme mineur du Sundgau du 25 septembre 1979 .....	60
16. Le séisme en Lannemezan du 28 septembre 1979 .....	60
17. La menue activité macrosismique de la Moyenne Durance en octobre 1979 .....	62
18. La crise sismique du sud de la Basse-Alsace en octobre 1979 .....	62
19. Le séisme du 22 novembre 1979 de la vallée du Drac et sa réplique du 21 décembre 1979 .....	64
20. Le séisme mineur de la région mentonnaise du 28 novembre 1979 .....	69
21. Les effets en France du séisme piémontais du 4 décembre 1979 .....	69
22. Le séisme du Canigou du 5 décembre 1979 .....	69
23. Le séisme de Moyenne Durance du 26 décembre 1979 .....	71
 <b>ANNEXES :</b>	
1. Tableau des principales caractéristiques d'une sélection de séismes dont les effets macrosismiques sont connus .....	73
2. Carte de la macrosismicité de la France en 1979 .....	75



## I. INTRODUCTION (1980, pour l'essentiel)

C'est dans les meilleurs délais qu'a été élaboré, en 1980, le deuxième bilan de la macrosismicité de la France depuis que cette tâche a été confiée au B.R.G.M.

Les problèmes d'organisation qui se posaient en 1978 ont pour la plupart trouvé une solution en 1979. Le concours des Directions départementales de la Protection Civile n'a jamais fait défaut pour les enquêtes systématiques par questionnaire.

La presse a bien voulu multiplier les appels qui ont apporté une riche moisson de témoignages spontanés dont les notations concrètes sont les bienvenues pour compléter l'apport des enquêtes systématiques. De même, des établissements d'enseignement ont entrepris de belles enquêtes. Enfin, les appels adressés aux érudits en matière de sismicité historique nous valent, incidemment, de précieuses informations sur les événements actuels.

Progressivement, ces concours permettent de tisser des réseaux d'information souples et efficaces, en particulier dans les Pyrénées, en Alsace et dans les Alpes-Maritimes. En mettant à contribution des personnalités particulièrement qualifiées et motivées, il est possible de resserrer les enquêtes dans l'un ou l'autre secteur présentant un intérêt particulier et d'approfondir la discussion.

Si ces complémentarités sont soulignées, il ne reste pas moins que le rôle des D.D.P.C. est primordial.

Dans le cadre des notices qui suivent, il est certes impossible de rendre compte d'une manière détaillée de tous les apports, mais il en est tenu le plus grand compte pour une vue d'ensemble. Sans doute la préparation de monographies et de textes méthodologiques permettrait-elle de publier les textes les plus intéressants par la richesse, la précision et le caractère concret de leurs notations.

D'une manière générale, se produit une sensibilisation des services publics et de la population aux problèmes de sismicité. Cette sensibilisation laisse bien préjuger de l'avenir des enquêtes. Aussi bien les enquêtes conduisent-elles de proche en proche à un rôle éducatif de plus en plus large : prise de conscience saine des problèmes de sismicité, prévention, etc., aux antipodes du « catastrophisme ».

Cependant les enquêtes posent des problèmes matériels ardues, en raison de la modicité de la dotation budgétaire (travaux propres du B.R.G.M.). Pour l'essentiel, elle est consacrée aux tâches d'organisation et à une abondante correspondance, au détriment d'une exploitation détaillée des résultats, à la lumière de la sismicité historique et dans le cadre sismotectonique régional.

Une autre ombre au tableau : au cours de l'année, se sont confirmées les craintes au sujet du précieux concours du Laboratoire de détection géophysique du C.E.A. Et en effet, la publication du Bulletin de sismicité proche du L.D.G. s'est interrompue le 1<sup>er</sup> avril 1980, au moment même où étaient rédigées ces lignes.

Si cette évolution se poursuivait, il en résulterait à nouveau une situation paradoxale. En même temps que les enquêtes macrosismiques paraissent compromises, le réseau du L.D.G. était devenu opérationnel pour les besoins de France. Maintenant, après la renaissance de ces enquêtes, c'est l'avenir de la surveillance instrumentale qui apparaît en couleurs sombres. Or, la confrontation des deux démarches est indispensable pour parvenir à une vue d'ensemble de la sismicité. Au moment où la population est de plus en plus sensibilisée à la sismicité et où des problèmes de génie sismique se posent même dans un pays de sismicité globalement faible, de telles incohérences sont un défi au bon sens. Les citoyens seraient en droit de s'en inquiéter et de demander des comptes à la science. Précisément, de telles situations nourrissent facilement le « catastrophisme » auquel il vient d'être fait allusion.

Passons au bilan, en esquissant une comparaison avec 1978. Cette année, une quinzaine d'événements avaient présenté à notre connaissance des effets macrosismiques. Une dizaine d'entre eux (dont 8 de magnitude  $\geq 4.0$ ) avaient fait l'objet d'enquêtes. En 1979, les enquêtes sont au nombre d'une vingtaine (dont 7 pour des séismes de magnitude  $\geq 4.0$ ).

Il est permis de s'interroger au sujet de ces chiffres. A première vue, ils peuvent faire penser que des séismes mineurs nous ont échappé en 1978, année de « rodage ». Si tel est sans doute le cas pour quelques événements faiblement ressentis, ce problème se pose aussi en 1979. Il est donc permis de penser à titre d'hypothèse que l'activité macrosismique en 1979 est supérieure à celle de 1978.

Les résultats des enquêtes de 1978 et 1979 ont été intégrés dans le fichier-informatique de sismicité historique de la France. Est-il nécessaire d'ajouter que la continuité des enquêtes est indispensable pour assurer le caractère opérationnel de ce fichier (cf Remarques préliminaires).

## 1. LES DEUX SÉISMES DE LA RÉGION DE L'ÎLE D'OLÉRON DU 13 JANVIER 1979

Le Bulletin du L.D.G. signalant une secousse de magnitude 3.9, il a été tenté, fin janvier, une enquête qui n'a fourni que peu de résultats.

### 1.1. Données instrumentales

Le LDG a, en fait, détecté deux séismes :

- heure origine : 14 h 57 mn 07 s T.U.
- épicentre : 45,8°N/1,2°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.9
- heure origine : 22 h 10 mn 04 s T.U. (réplique)
- épicentre : 45,7°N/1,2°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.3

### 1.2. Informations macrosismiques

Les gendarmeries de Rochefort, Marennes et St Pierre d'Oléron ont répondu négativement. Sur la vingtaine de communes auxquelles un questionnaire a été adressé, sept l'ont retourné. A St Froult, la secousse de 23 h 10 H.L. est ressentie avec une intensité III-IV, mais aucune précision n'est donnée pour la première, ressentie, elle, avec une intensité III au Château d'Oléron. Toutes les autres réponses sont négatives.

Les épicentres instrumentaux sont localisés respectivement à 10 et 20 km au Sud-Sud-Est de l'aire concernée. L'aire macrosismique est vraisemblablement de très faible étendue, de l'ordre de 150 km<sup>2</sup>.

Il s'agit donc de secousses très modestes, qui s'ajoutent à la longue liste des séismes ressentis dans cette région, parmi lesquels ceux du 7 septembre 1972 et du 10 octobre 1977 ( $M_L$  : 5.3 et 4.7) avaient été particulièrement forts, pour ne citer que les plus récents.

## 2. LE SÉISME DU 13 JANVIER 1979 DANS LA RÉGION DE BOURBRIAC (Côtes-du-Nord)

(Figure 7)

Ce séisme n'a pas été mentionné par la presse; l'enquête a été déclenchée la semaine suivante après consultation du Bulletin LDG signalant une secousse de magnitude 3.9.

### 2.1. Données instrumentales (LDG)

- heure origine : 15 h 38 mn 02 s T.U.
- épicentre : 48,4°N/3,3°W
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.9

### 2.2. Informations macrosismiques

Seuls huit questionnaires sur 20 ont été retournés. L'intensité est de IV à Magoar et III-IV à Plésidy. Les six autres réponses sont négatives. La gendarmerie de Guingamp a précisé que le séisme n'avait pas été ressenti.

L'épicentre LDG se situe à moins d'une dizaine de kilomètres des seuls points d'intensité connue. L'épicentre macrosismique peut être proposé entre ces points d'intensité connue, soit par 48,33°N/3,16°W.



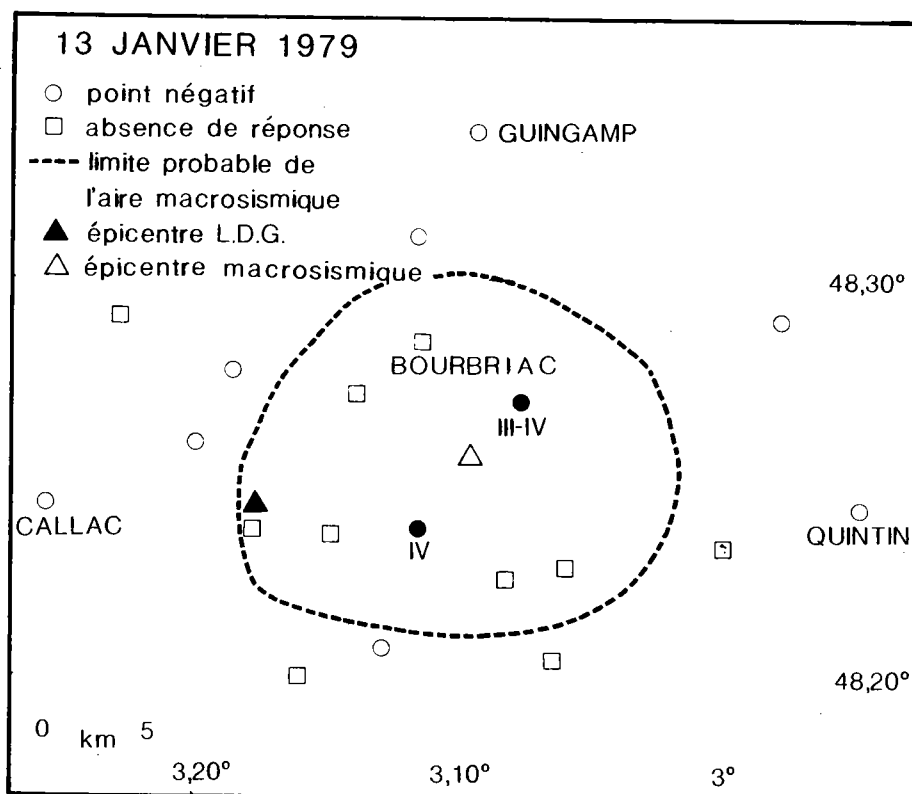


Figure 7

**Le séisme du 13 janvier 1979 dans la région de Bourbriac**

### 3. LE SÉISME CORSE DU 15 JANVIER 1979 (Figure 8)

#### 3.1. Introduction

La crise sismique corse d'avril 1978 est suivie, le 15 janvier 1979, d'un tremblement de terre modeste qui ne présente pas moins un grand intérêt. En effet, son épicentre coïnciderait sensiblement avec celui du séisme majeur du 3 avril 1978. La connaissance de cet événement est due dans une large mesure à une enquête de M. Gauthier, Professeur au Lycée Fesch, qui a bien voulu mettre ses données à la disposition du B.R.G.M. et de la communauté scientifique.

#### 3.2. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. donne les caractéristiques suivantes :

- heure origine : 03 h 20 mn 27.4 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 42,9° N/9,5° E
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.0

M. Stahl propose un épicentre par 42,3° N/9,4° E.

#### 3.3. Informations macrosismiques

A l'enquête de M. A. Gauthier s'ajoutent des informations recueillies par l'intermédiaire de la D.D.P.C. ainsi que des échos de presse.

Comme pour le séisme du 3 avril 1978, les renseignements disparates, ne s'accordent pas toujours. Il est néanmoins possible de présenter quelques grands traits.

Si l'intensité épiscopentrale n'est pas connue avec certitude ( $\geq$  IV), les intensités III ou IV, selon les sources, permettent de situer l'aire épiscopentrale dans la région comprise entre Cervione au Nord et Linguizetta au Sud: «...plusieurs habitants de Cervione, Tox, Linguizetta et Alistro ont été tirés de leur sommeil par une secousse... accompagnée d'un grondement. Tout d'abord ces personnes ont cru à une explosion» (*Corse-Matin* du 16 janvier 1979). Le gardien du phare d'Alistro est «réveillé en sursaut», mais non pas son épouse; «les vitres... ainsi que l'armoire... ont tremblé quelques secondes...» (M. Massot). Encore que les données fassent défaut au Sud, il est probable que l'épicentre macrosismique soit voisin du séisme du 3 avril 1978 et de son précurseur de la veille (cf. Bilan 1978). Des intensités moindres ne sont connues que dans un rayon très limité au Nord-Ouest. Dans cette direction, le séisme n'est plus ressenti à une vingtaine de kilomètres, aux abords de la vallée du Golo.

### 3.4. Précurseurs et répliques

Deux précurseurs sont ressentis. En particulier, la presse fait allusion à une légère secousse la veille, semble-t-il: «Il y a deux jours, trois personnes nous ont déclaré avoir ressenti le même phénomène, mais par crainte du ridicule, elles n'en avaient pas parlé» (*Corse-Matin* du 16 janvier 1979). Le Bulletin du L.D.G. ne donne pas de précisions à ce sujet. Quant aux répliques du 15, elles ne seraient pas ressenties.

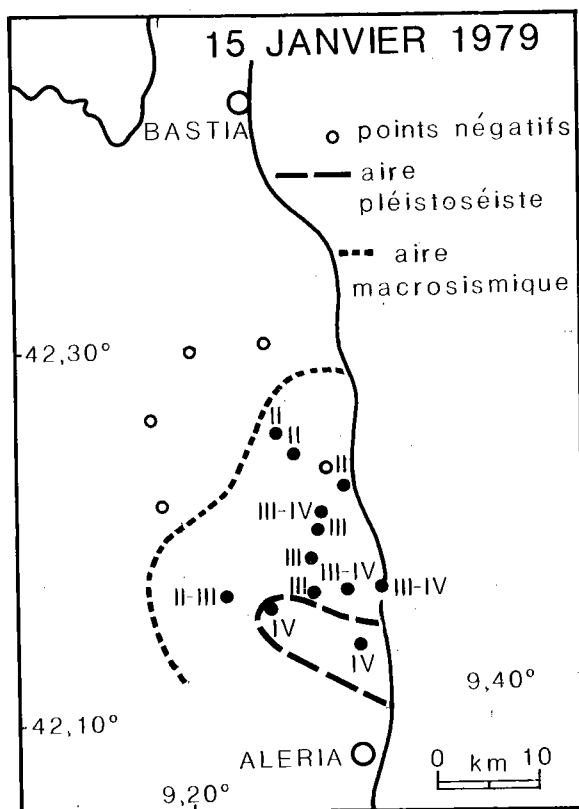


Figure 8  
Le séisme corse  
du 15 janvier 1979

### 4. LE SÉISME MINEUR DU MOYEN VERDON DU 23 JANVIER 1979 (pour mémoire)

C'est de façon tardive qu'a été connue une légère secousse qui aurait été ressentie dans la région de Castellane (renseignement fourni par M. P. Stahl).

Les questionnaires d'enquête envoyés auprès des mairies de Castellane et de Saint-Auban sont restés sans réponse.

Les données instrumentales suivantes sont fournies par le Bulletin L.D.G. :

- heure origine : 02 h 08 mn 14.8 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,8°N/6,8°E
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.3

M. Stahl propose un épicentre par 43,8°N/6,4°E.

## 5. L'ÉVÉNEMENT DU 23 FÉVRIER 1979 DANS LA RÉGION DE BIARRITZ

### 5.1. Informations macrosismiques

L'enquête déclenchée par la DDPC des Pyrénées-Atlantiques fournit de nombreux éléments qui soulignent tous le caractère extrêmement modéré de cet événement.

Seules quatre communes ont retourné un questionnaire positif dont l'analyse fait conclure à une intensité III. Le phénomène a été particulièrement perçu dans les immeubles des agglomérations urbaines de Biarritz, St Jean-de-Luz et Ustaritz.

Les communes rurales situées dans l'aire délimitée par ces trois villes et dont le questionnaire nous est parvenu n'ont pas ressenti l'événement (Bidart, Guéthary, Arcangues, Bassussary, St Pée-sur-Nivelle, etc.), à l'exception de Ahetze, avec une intensité III. De même les agglomérations urbaines situées à la limite de cette aire, telles Ciboure et Anglet, ont, elles aussi, répondu négativement.

### 5.2. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. ne signale aucun événement localisé dans cette région, mais simplement à 9 h 35 T.U. (ce qui correspond bien à l'heure locale de 10 h 30 donnée par les questionnaires), un signal sur la station EPF des Pyrénées (Esparros). Aucun enregistrement correspondant n'est relevé sur les stations d'Aquitaine.

L'Institut de physique du globe de Paris n'a noté, de son côté, aucun signal sur les enregistrements du réseau d'Arette, dans la fourchette horaire considérée.

Il n'a pas été possible d'avoir confirmation de la nature sismique de cet événement.

## 6. LE SÉISME CORSE DU 27 MARS 1979 (Figure 9)

### 6.1. Introduction

Après les tremblements de terre notables d'avril 1978 et le séisme mineur du 15 janvier 1979, l'activité sismique reprend en Corse le 27 mars 1979, avec un nouvel événement d'intensité intermédiaire, plus au Nord.

### 6.2. Données instrumentales

L.D.G. :

- heure origine : 03 h 00 mn 2.6 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 42,3°N/9,3°E, soit à 15 km environ à l'E.-SE de Corte
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.4

M. Stahl propose un épicentre par 42,38°N/9,20°E.

### 6.3. Informations macrosismiques

Une fois de plus, les informations proviennent pour l'essentiel d'une enquête de A. Gauthier qui a recueilli une douzaine de réponses positives, auxquelles s'ajoutent de précieuses réponses négatives. A Crucetta (Borgo), des témoins signalent « un grondement sourd avec déplacement de leur lit qui a duré 1 à 2 secondes et comme un souffle qui déplaçait les meubles » et « pensaient à un...plasticage... » (Madame Mattei).

L'intensité maximale est notée à Vignale. Compte tenu d'intensités intermédiaires entre IV et V, une aire pléistoséiste apparaît aux environs de Vignale, Campitello et Murato. Il est possible de tracer l'isoséiste IV. Au-delà, la décroissance est rapide. A une étroite auréole de points d'intensité III succède aussitôt un semis de réponses négatives. L'épicentre macrosismique est situé par 42,20°N/9,30°E.

### 6.4. Répliques

Deux répliques sont ressenties le même jour à 9 h 30 T.U. et vers 16 h. A la première M. Stahl attribue une intensité IV.

### 6.5. Perspectives

La « crise sismique » prolongée de Corse nord-orientale (1978-79) appelle une discussion détaillée de l'ensemble des informations recueillies jusqu'ici et présentées d'une manière simplifiée par les Bilans annuels. Les données macrosismiques sont certes inégales, mais dans l'ensemble satisfaisantes. En revanche, les données instrumentales appellent un examen serré, compte tenu du caractère excentrique de l'île par rapport au réseau L.D.G. et des possibilités de confrontation avec le réseau italien. Esquissée à propos du séisme du 3 avril 1978, la discussion du contexte sismotectonique doit être reprise, en mettant l'accent sur la migration des épicentres du Sud au Nord. A ce propos, des informations recueillies par M. A. Gauthier n'excluent pas, le 27 mars 1979, plusieurs secousses de faible intensité dans la région de Linguizetta-Moriani, où se situe précisément l'épicentre macrosismique du 3 avril 1978.

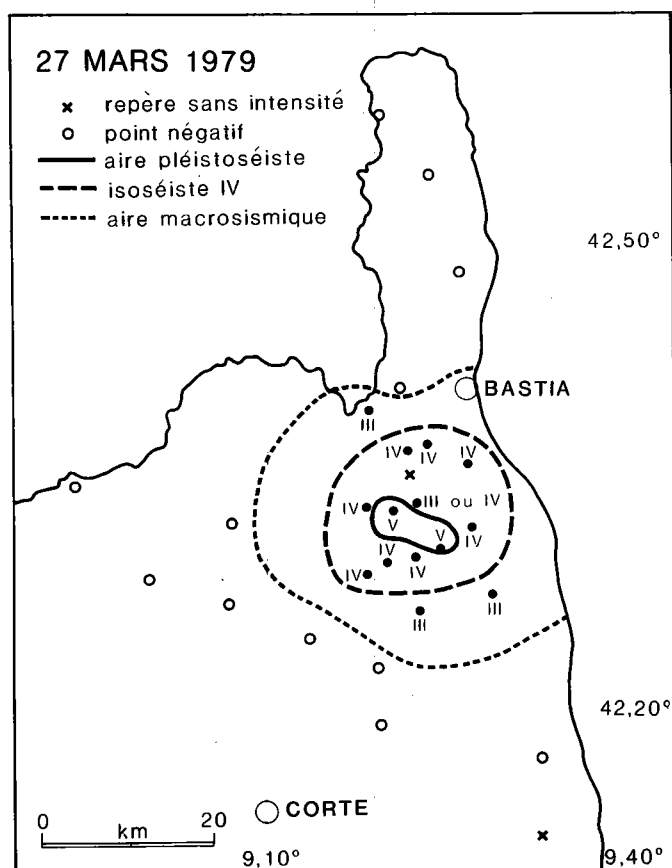


Figure 9  
Le séisme corse  
du 27 mars 1979

## 7. LE SÉISME DIOIS DU 16 AVRIL 1979 (Figure 10)

### 7.1. Introduction

Par sa magnitude, cette secousse est une des plus importantes survenues en 1979 sur le territoire français avec celle de la plaine d'Alsace du 27 octobre 1979.

L'enquête a été menée par l'intermédiaire des D.D.P.C. de la Drôme, de l'Isère et des Hautes-Alpes. Plusieurs appels aux témoignages ont été lancés par voie de presse (*Journal du Diois, Dauphiné Libéré, Progrès de Lyon*) ainsi que par les informations télévisées de l'antenne régionale FR3-Lyon. Des compléments d'enquêtes ont, en outre, été apportés par MM. Goula (IRIGM-Grenoble), Seguet et Vincent.

Au total, plus de 80 informations ont été rassemblées.

### 7.2. Données instrumentales

L.D.G. :

- heure origine : 12 h 27 mn 12.1 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 44,6°N/5,3°E
- magnitude ( $M_L$ ) : 4.3

M. Stahl propose un épicentre par 44,65°N/5,17°E.

### 7.3. Informations macrosismiques

L'enquête réalisée auprès des communes de l'Isère et des Hautes-Alpes n'a fourni que des réponses négatives. La secousse semble donc n'avoir affecté que la Drôme, au Sud-Ouest de Die.

#### 7.3.1. Intensité maximale, aire pléistoséiste et épicentre macrosismique

L'intensité maximale V-VI est atteinte en trois points, Chastel-Arnaud, La Chaudière, St Benoit, formant un triangle.

A Chastel-Arnaud, quelques fissures ont affecté des murs. D'après l'enquête de M. Goula, plusieurs personnes sont sorties effrayées par la secousse. Selon l'enquête de MM. Seguet et Vincent, une conduite d'eau en grès enterrée à 70 cm de profondeur s'est rompue sous l'effet de la secousse.

A La Chaudière, le séisme est ressenti avec frayeur ; le questionnaire indique des chutes de débris de plâtre. Par ailleurs, MM. Seguet et Vincent, accompagnés de M. Brun, Maire, constatent dans le chœur de l'église une fissure. Des effets analogues affectent des maisons particulières.

A St Benoit, des cales de tuiles sont tombées à travers les poutrelles de la charpente d'une maison (MM. Seguet et Vincent). D'autre part, lors du séisme, la cloche de l'église a sonné un coup (M. Gory).

Il semble que le séisme ait été encore bien ressenti près du Col de la Chaudière où l'adjoint au maire de Saillans, roulant en voiture, a ressenti la secousse avec la sensation de crevaison d'un pneu.

L'aire pléistoséiste est donc parfaitement définie par ces trois points distants de 5 km. L'épicentre serait voisin de la montagne de Serre de l'Aup, soit par 44,66°N/5,23°E, à une douzaine de kilomètres au Nord-Ouest de l'épicentre instrumental (L.D.G.).

#### 7.3.2. Aire macrosismique

Les limites de l'aire macrosismique apparaissent grâce à une série de témoignages négatifs.

Le rayon macrosismique varie selon l'azimut, 20 km à l'Ouest (Puy-Saint-Martin), 15 km au Nord (Beaufort-sur-Gervanne), 12 km à l'Est (Montmaur-en-Diois), tandis qu'au Sud la limite est moins nette.

D'une façon générale, l'aire macrosismique est assez homogène. Cependant la juxtaposition d'intensités non négligeables et de points négatifs, entre Mirabel-et-Blacons (IV) et Aouste-sur-Sye (Néant), Chastel-Arnaud (V-VI) et Saint-Sauveur (Néant) ou St Benoit (V-VI) et Aurel (Néant) paraît surprenante. Les témoignages négatifs seraient-ils douteux?

## 7.4. Effets naturels

### 7.4.1. Mouvements de terrain

Ils ont été signalés essentiellement dans l'aire pléistocéiste.

A La Chaudière et St Benoit, des chutes de rochers sont vues et entendues. Sur les Trois-Becs, à proximité de La Chaudière, des alpinistes ressentent la secousse et signalent des chutes de pierre.

### 7.4.2. Effets sur les animaux

De la même façon, c'est dans l'aire pléistocéiste que sont notés des effets de panique chez les animaux. A Chastel-Arnaud, à la ferme Bellieux, à la ferme des Genevets, les « animaux se sont enfuis en direction de la montagne et ne sont revenus que beaucoup plus tard ». A La Chaudière, les chiens se sont mis à courir et à aboyer.

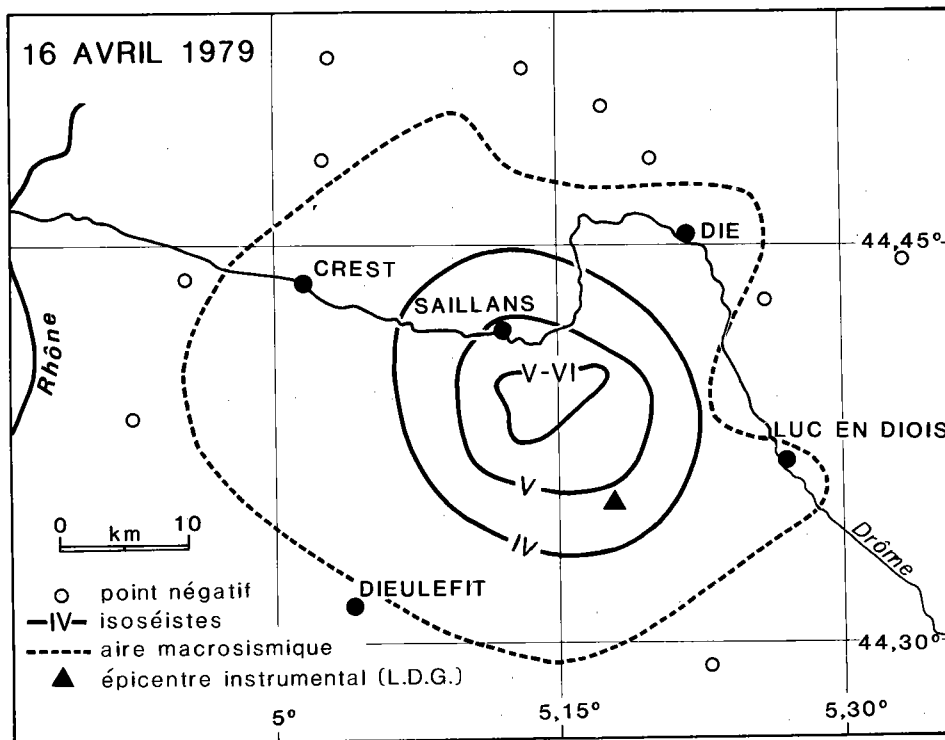


Figure 10

Le séisme diois du 16 avril 1979

## 8. LE SÉISME DE LA RÉGION D'ARGELES-GAZOST LE 19 AVRIL 1979

A la suite de l'enregistrement par le L.D.G. d'un séisme de magnitude 3.0 par  $43,0^{\circ}\text{N}/0,0^{\circ}\text{W}$ , à 5 h 07 mn 59 s, une enquête a été entreprise avec l'aide des D.D.P.C. des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques.

L'enquête a recueilli des réponses positives à Argeles-Gazost, Pierrefitte-Nestalas et Arrens-Marsous, négatives à Cauterets, Aucun, Bruges et Lestelle-Betharram. L'intensité maximale observée ne dépasse pas le degré III-IV aux deux premiers points.

La presse, quant à elle, signale aussi le séisme à Lourdes. Selon une enquête de M. Stahl la secousse aurait été plus fortement ressentie à Luz Saint-Sauveur qu'à Argelès et seulement par de rares personnes à Lourdes.

Cette enquête ne permet de déterminer ni l'épicentre macrosismique, ni l'aire macrosismique, faute de données suffisamment nombreuses. Toutefois, il est possible d'admettre une intensité III à Lourdes, qui jalonerait l'aire macrosismique au Nord.

## 9. LE SÉISME DE LA RÉGION DE LACQ (BÉARN) DU 20 AVRIL 1979 (Figure 11)

L'enquête effectuée par l'intermédiaire de la D.D.P.C. des Pyrénées-Atlantiques a fourni une vingtaine de réponses que viennent compléter quelques témoignages, suite à l'annonce parue dans *La République des Pyrénées*.

### 9.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. indique les caractéristiques suivantes :

- heure origine : 19 h 40 mn 47.1 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,4°N/0,6°W soit à 1 km au S.E. de Lacq
- magnitude ( $M_L$ ) : 3.0

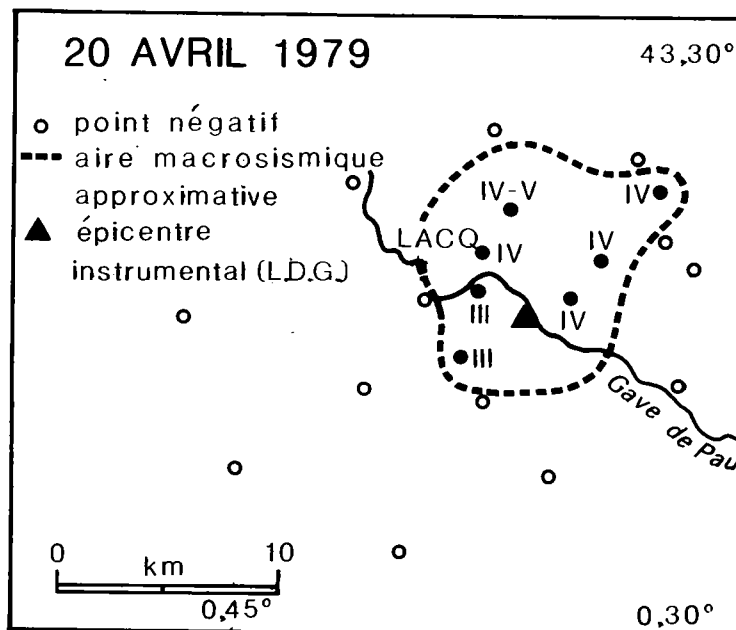


Figure 11

**Le séisme de la région de Lacq (Béarn) du 20 avril 1979**

## 9.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale IV-V est observée à Audejos où le séisme réveille de nombreux dormeurs.

Respectivement au Sud et Sud-Est de ce point, les intensités atteignent les degrés IV à Lacq, Artix et Serres-Ste-Marie et III à Mourenx, à 7 km d'Audejos.

L'aire macrosismique est relativement bien définie grâce à une série de témoignages négatifs. Elle est de faible étendue. Le rayon moyen de perception, de l'ordre de 5 kilomètres, correspond à une surface macrosismique de 80 km<sup>2</sup> environ.

L'épicentre macrosismique se situe par 43,41°N/0,58°W, soit à 2,5 km au Nord de l'épicentre instrumental.

En 1978, deux séismes d'épicentres analogues avaient affecté la même région le 19 août et 18 septembre. L'activité sismique du champ de Lacq a fait l'objet d'une étude détaillée par G. Wittlinger, 1980, Etude de la sismicité en champ proche par un réseau sismologique à faible ouverture: application au Frioul (Italie) et au gisement de Lacq (France); Thèse de Doctorat d'Etat, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

Nous ne disposons pas d'informations macrosismiques au sujet de l'événement du 30 avril à 10 h 54 mn T.U., par 43,4°N/0,6°W, de magnitude 3.2 (L.D.G.).

## 10. LE SÉISME DE LA RÉGION DE SAINT OMER DU 17 MAI 1979 (Figure 12)

L'enquête a été menée par les D.D.P.C. des départements du Nord et du Pas-de-Calais. Des appels aux témoignages ont paru dans les quotidiens *Nord-Matin*, *La Liberté*, *L'Indépendant du Pas-de-Calais*. Au total, 80 questionnaires et une vingtaine de témoignages ont été rassemblés.

### 10.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes:

- heure origine: 01 h 22 mn 16.8 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 50,7°N/2,3°E
- magnitude ( $M_L$ ): 3.1

### 10.2. Informations macrosismiques

L'enquête porte sur 65 localités, 44 dans le Pas-de-Calais, 21 dans le Nord.

La secousse est ressentie en 41 points. L'intensité maximale, IV-V, est atteinte à Arques, St Omer, Campagne-les-Wardrecques, Renescure, qui déterminent ainsi l'aire pléistoséiste d'extension NW-SE, centrée sur Arques. L'aire pléistoséiste est évaluée à environ 30 km<sup>2</sup>. L'épicentre macrosismique proposé par 50,73°N/2,3°E est proche d'Arques, à environ 2 km au NNE de l'épicentre instrumental.

L'aire macrosismique est bien délimitée, par Moule au NW (10 km), Bavinchove au NE (14 km), Aire au SE (14 km), Hallines au SW (7 km). L'aire macrosismique est de l'ordre de 400 km<sup>2</sup>.

A ce propos, il est intéressant de noter à l'Ouest l'enclave de Lumbres (II) et de Seninghem (IV), séparées de l'aire macrosismique homogène par un semis de points négatifs.

Pour mémoire, un séisme de localisation très voisine se produit le 19 septembre 1812.



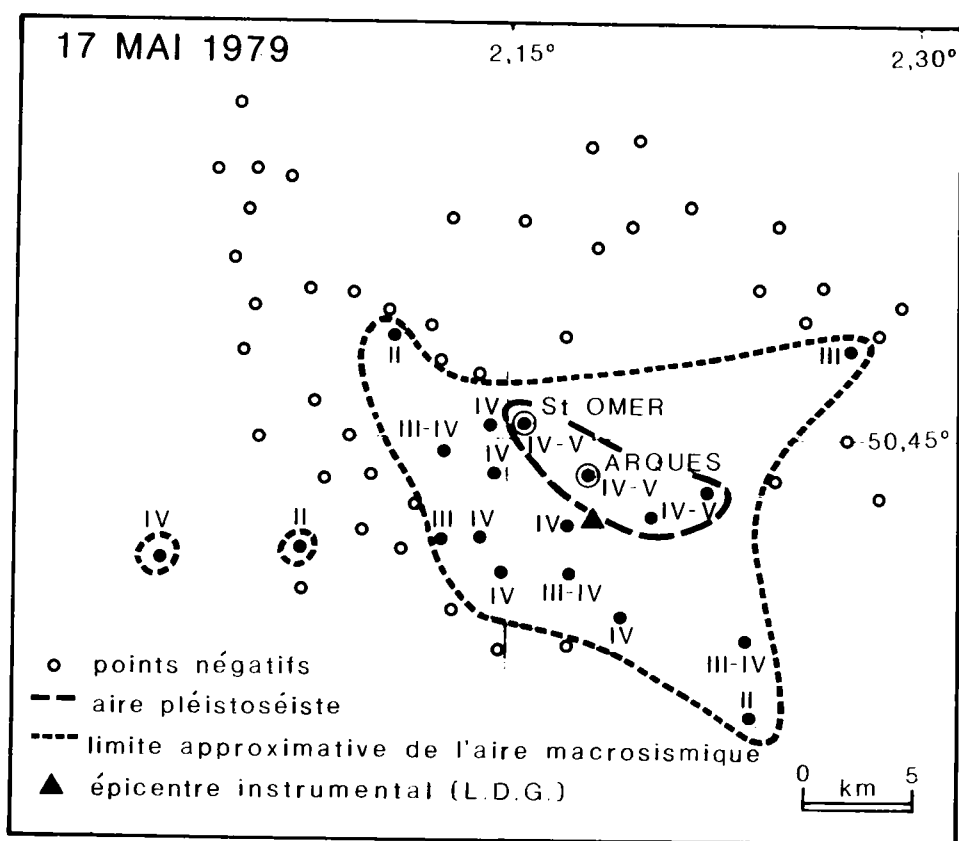


Figure 12

### Le séisme de la région de St Omer du 17 mai 1979

## 11. LES EFFETS EN FRANCE DU SÉISME SUISSE DU 3 JUILLET 1979 (Figure 13)

Ce séisme, dont l'épicentre est situé en Suisse, a été ressenti dans les régions frontalières. Après un premier sondage auprès des gendarmeries afin d'apprécier l'extension de l'aire macrosismique, l'enquête a été lancée avec l'aide des D.D.P.C. du Doubs et du Jura. Parallèlement, des appels de presse ont permis de recueillir des informations complémentaires.

### 11.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. situe l'épicentre par  $46,9^{\circ}\text{N}/6,9^{\circ}\text{E}$ , entre les lacs de Morat et de Neuchâtel. L'heure origine est de 21 h 13 mn 11.4 s T.U. La magnitude est de 4.1.

### 11.2. Informations macrosismiques

Au total, près de 60 informations ont été rassemblées par P. Courtot, dans le Haut-Rhin, le Territoire de Belfort, le Doubs, avec des réponses négatives en Haute-Saône et dans le Jura.

#### 11.2.1. Intensité maximale

En France, l'intensité maximale ne dépasse pas le degré IV. Elle a été atteinte en plusieurs points d'une aire délimitée par Pontarlier, Besançon, Montbéliard, les environs de Belfort et Waldighofen.

### 11.2.2. Aire macrosismique

En France, cette aire est assez bien délimitée au Sud-Ouest par les témoignages négatifs de différents points du Jura.

A l'Ouest, au-delà de Besançon (IV), sa limite est inconnue.

Au Nord, il convient de souligner un ensemble homogène de réponses négatives (Beaucourt, Bourgogne, Courtelevant, Foussemagne, Suarce, Altkirch, Galfingue, Belfort et Mulhouse). Dans le fossé rhénan, Mulhouse (III) semble marquer la limite des effets macrosismiques.

### 11.2.3. Rayon macrosismique

Le rayon macrosismique peut être évalué grosso modo à une centaine de kilomètres en moyenne.

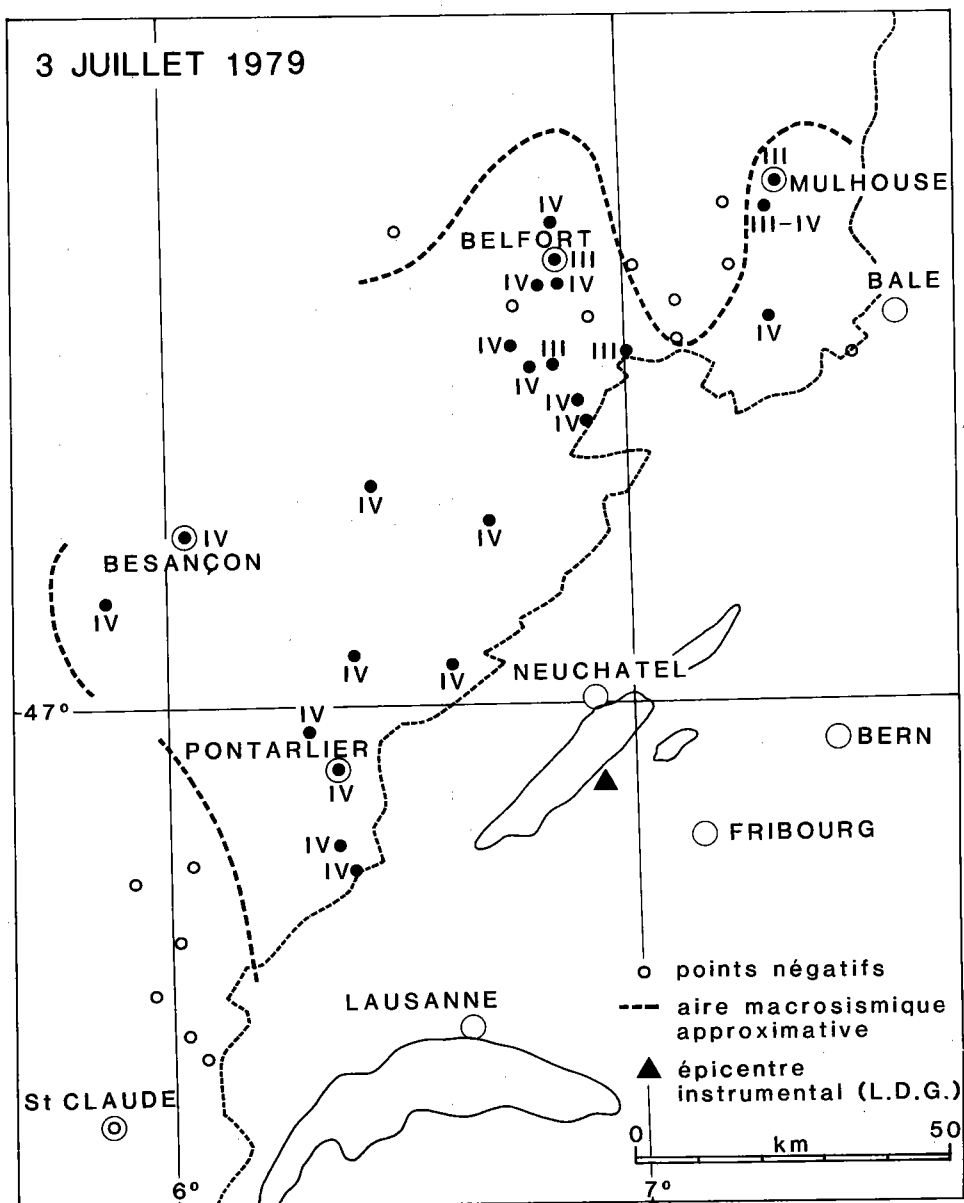


Figure 13

Les effets en France du séisme suisse du 3 juillet 1979

## 12. LE SÉISME DE LA VALLÉE D'OSSAU DU 6 JUILLET 1979

Une douzaine de questionnaires et plusieurs témoignages ont été rassemblés grâce aux D.D.P.C. des Pyrénées-Atlantiques et des Hautes-Pyrénées avec, en outre, le concours des quotidiens *La République des Pyrénées* et *La Dépêche du Midi*.

### 12.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine: 11 h 59 mn 48.9 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 43,0°N/0,4°W, soit à 2 km au NNE de Laruns
- magnitude ( $M_L$ ): 4.0

### 12.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale IV a été observée en trois points, Izeste, Aste-Béon et Béost.

L'aire macrosismique dessine une ellipse Nord-Sud, centrée sur la vallée d'Ossau. A l'Est, Laruns et Bielle n'enregistrent qu'une faible secousse. Au Nord et au Sud, elle est limitée respectivement par Arudy (III-IV) et Eaux-Bonnes (III). A l'Est, la secousse est faible à Laruns et Bielle. Au-delà, ne sont connus que des points négatifs relativement éloignés, tels Lourdes, Argelès-Gazost, Pierrefitte-Nestalas, Aucun,...

Le rayon moyen de perception peut être estimé à 8 km, avec une surface macrosismique de l'ordre de 200 km<sup>2</sup>.

L'épicentre macrosismique se situe probablement entre Izeste et Aste-Béon.

A titre comparatif, l'épicentre instrumental est rigoureusement identique à celui de la secousse majeure ( $M_L$ : 5.1) du 29 février 1980. Le séisme du 6 juillet 1979 pourrait donc être considéré comme un précurseur, avec un épicentre macrosismique par 43,03°N/0,41°W.

## 13. LE SÉISME MINEUR EN VALLÉE D'ASPE DU 17 JUILLET 1979

Il n'a été procédé à aucune enquête. L'événement a été signalé par *La République des Pyrénées* du 19 juillet en ces termes: « Une secousse tellurique a été ressentie hier à 15 h 17 en Béarn. Son épicentre a été approximativement localisé dans la région d'Escot et ses effets se sont fait sentir dans un triangle Escot - Arette - Pau. Aucun dégât n'est à signaler ». En fait, ce séisme se produirait, d'après M. Stahl, le 17, sans qu'il soit possible de donner ici son argumentation.

Les données instrumentales du L.D.G. font défaut, mais d'après la station d'Arette (I.P.G.), la magnitude serait comprise entre 1 et 2.

Si de légers effets macrosismiques ont été notés dans la région Arette - Escot, il est exclu qu'il en soit de même pour Pau, comme semble l'indiquer la presse, étant donné la très faible magnitude de ce séisme et l'éloignement de ce dernier point (> 30 km). Cet événement se situe à une vingtaine de km plus à l'Ouest que celui du 6 juillet.

## 14. LE SÉISME MINEUR DU 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1979 EN UBAYE

L'enquête a été menée avec l'aide de la D.D.P.C. des Alpes-de-Haute-Provence. Elle a livré une dizaine de réponses.

### 14.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine: 20 h 16 mn 5.2 s. T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 44,4°N/6,6°E
- magnitude ( $M_L$ ): 2.9

Le C.S.E.M. propose un épicentre par 44,45°N/6,78°E.

### 14.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale observée atteint IV-V à St Paul en haute Ubaye, où sont notées quelques chutes de débris de plâtre.

L'aire macrosismique est mal définie, essentiellement en raison du contexte montagneux, avec un groupement des repères dans les vallées.

Au Nord, Ceillac aurait ressenti la secousse plus fortement que Fouillouse, proche de St Paul, où l'intensité est de IV.

Au Sud et Sud-Ouest, le long de la vallée de l'Ubaye, les intensités III et III-IV sont observées à Barcelonnette, Jausiers, St Pons, tandis qu'aux Thuiles, en aval de Barcelonnette, elle est de IV.

Au Sud-Est la secousse est ressentie à Larche.

Le nombre restreint des témoignages ne permet ni le tracé d'isoséiste, ni l'évaluation de l'aire macrosismique, ni la détermination de l'épicentre macrosismique.

## 15. LE SÉISME MINEUR DU SUNDGAU DU 25 SEPTEMBRE 1979

M. Rouland (I.P.G. de Strasbourg) a consacré une enquête à cette secousse.

Il n'est pas fait état de renseignements instrumentaux. L'heure-origine se situe vers 23 h 25 H.L. Une dizaine de réponses, dont 5 positives, permettent de saisir l'aire de la secousse dont l'épicentre se situe à 7 km à l'Ouest de Bâle et environ 25 km au Sud de Mulhouse. L'intensité la plus élevée, IV, est atteinte en deux points, Michelbach-le-Haut et Attenschwiller, distants d'un kilomètre.

L'aire macrosismique, délimitée par plusieurs témoignages négatifs, est de l'ordre de 50 km<sup>2</sup>. Un épicentre macrosismique est envisageable entre les deux points de plus forte intensité, soit par 47,56°N/7,47°E.

## 16. LE SÉISME DU LANNEMEZAN DU 28 SEPTEMBRE 1979 (Figure 14)

Plus d'une cinquantaine de réponses ont été rassemblées par les D.D.P.C. des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne. En outre, les appels parus dans *La Dépêche du Midi*, *L'Eclair des Pyrénées* et *La Nouvelle République des Hautes-Pyrénées* ont fourni de précieux témoignages supplémentaires.

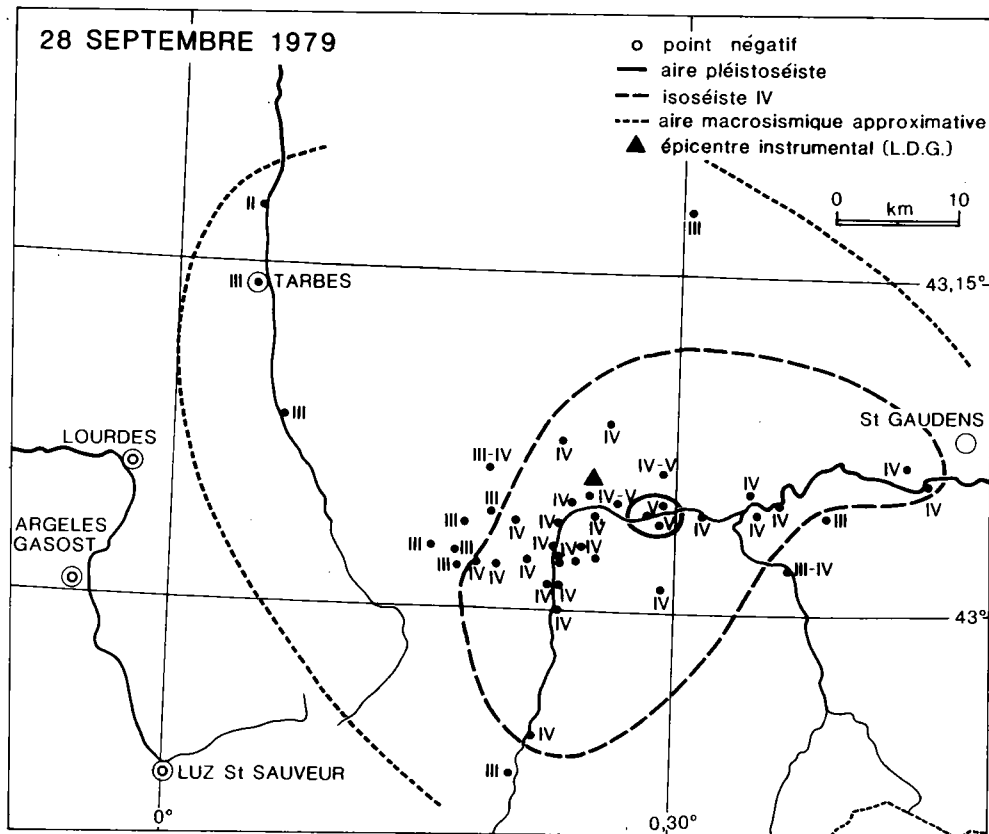


Figure 14  
Le séisme du Lannemezan du 28 septembre 1979

### 16.1. Données instrumentales

Le Bulletin du L.D.G. fournit les caractéristiques suivantes :

- heure origine : 5 h 28 mn 45.9 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre :  $43,1^{\circ}\text{N}/0,4^{\circ}\text{E}$ , soit à 3 km au S.-S.E. de Lannemezan
- magnitude ( $M_L$ ) : 4.0

### 16.2. Informations macrosismiques

#### 16.2.1. Aire pléistoséiste et épicentre macrosismique

L'intensité maximale, V, est atteinte en trois points qui délimitent parfaitement la zone pléistoséiste. Questionnaires et témoignages apportent des précisions à

- Nestier : «...J'ai entendu un bruit de tonnerre, et en même temps tout s'est mis à trembler, cela a été très court. M. le Maire avait fait un toit entre deux murs larges d'à peu près deux mètres et lors du tremblement, ce toit s'est écroulé»,

- St Laurent-de-Neste : « Quelques minutes avant le tremblement les chiens aboyaient à mort », « Un roulement qui commençait en haut des escaliers et qui descendait comme si quelqu'un était tombé ». Une fissure dans un carrelage et de légères fissures dans les plâtres sont constatées par la gendarmerie.

- Anères : « Un rideau est tombé, la rampe de l'escalier a bougé, les chiens ont aboyé », indique un écolier.

Ces trois localités sont distantes de moins de 2 km les unes des autres, ce qui permet de tracer avec précision l'isoséiste V et de situer l'épicentre par  $43,07^{\circ}\text{N}/0,50^{\circ}\text{E}$ , à 7 km au Sud-Est de l'épicentre instrumental.

### 16.2.2. Aire macrosismique

Un certain nombre de repères permettent dans une large mesure d'appréhender la limite de l'isoséiste IV, bien que des « flous » subsistent au N.E. et au S.E. de la région épacentrale. La limite ainsi définie montre une extension Nord-Sud, avec cependant un prolongement important en direction de l'Est, vers St Gaudens, Miramont-de-Comminges, le long de la vallée de la Garonne.

Les limites de l'aire macrosismique peuvent être marquées par Castelnau-Magnoac au Nord, Hiis et Tarves à l'Ouest, Ancizan au Sud; à l'Est la limite n'est pas nette.

Le rayon moyen de perception de la secousse est d'environ 30 kilomètres. La surface macrosismique peut être évaluée approximativement à 2.800 km<sup>2</sup>.

## 17. LA MENUE ACTIVITÉ MACROSISMIQUE DE LA MOYENNE DURANCE EN OCTOBRE 1979

A partir du Bulletin de Cadarache (C.E.A), M. Stahl a fait part des caractéristiques d'une succession de secousses de la moyenne vallée de la Durance.

Trois événements de faible magnitude, localisés par M. Stahl par environ 43,90°N/5,80°E, surviennent le 7 à 8 h 57 T.U., le 8 à 1 h T.U. et le 16 à 16 h T.U.

Ils sont ressentis à Manosque, le premier avec une intensité III.

## 18. LA CRISE SISMIQUE DU SUD DE BASSE ALSACE EN OCTOBRE 1979 Les secousses des 27 et 31 octobre (choc principal et réplique)

### 18.1. Introduction

Cette crise a aussitôt fait l'objet d'une enquête, complétée par la suite. De nombreux renseignements ont été obtenus

- auprès de gendarmeries, par l'intermédiaire des D.D.P.C.,
- par l'envoi de questionnaires à des personnes qualifiées,
- par des appels publiés par la presse.

Le L.D.G. a consacré à cette crise une remarquable mise au point, dans les meilleurs délais, en la replaçant dans son contexte (M. Lachaize, J.P. Santoire, Le séisme du 27.10.1979 et la sismicité récente de la région Strasbourg - Kaiserstuhl, R.A.S.T., Marseille, 1980).

### 18.2. La secousse principale (27 octobre) (Figure 15)

#### 18.2.1. Données instrumentales

Caractéristiques d'après le Bulletin du L.D.G.:

- heure origine: 14 h 58 mn 54 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre: 48,26°N/7,69°E
- magnitude (M<sub>L</sub>): 4.4

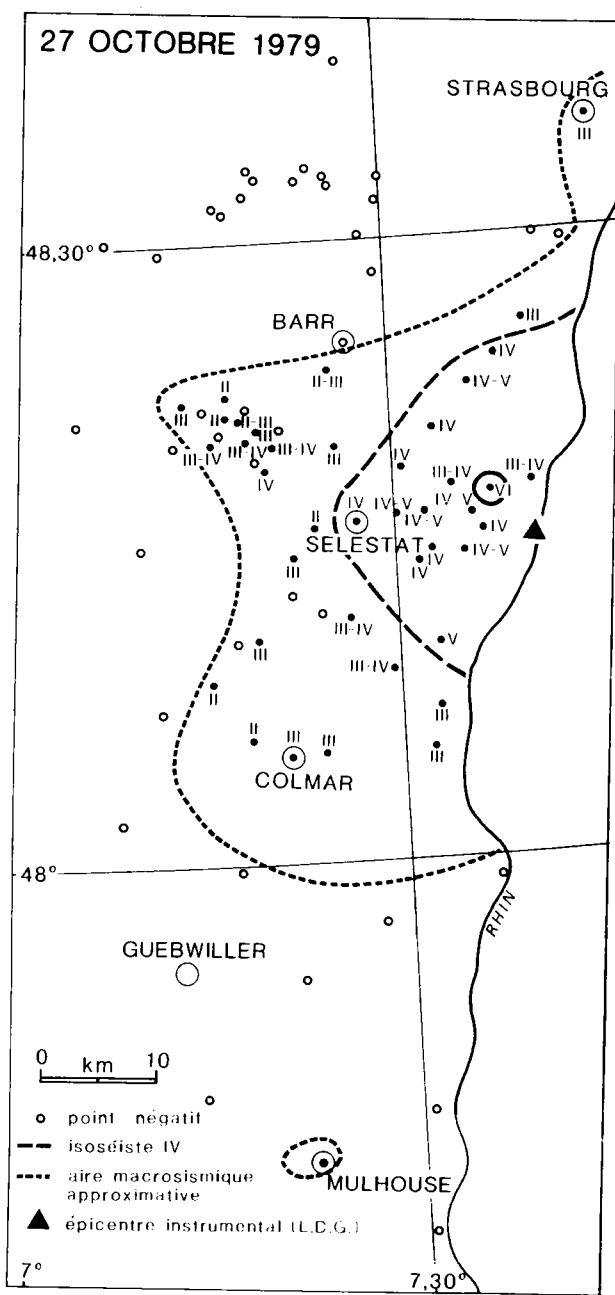


Figure 15  
Le séisme de Basse-Alsace  
du 27 octobre 1979

### 18.2.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale se situe à Bindernheim, ce qui donne une bonne correspondance avec l'épicentre instrumental. Sont signalées la chute d'une cheminée (Canal du Rhône-au-Rhin) et des lézardes, ce qui suggère une intensité de l'ordre de VI. Ajoutons quelques notations caractéristiques: «...le sol se dérobaît...on a cru que des poêles à mazout explosaient...» (Madame Laemmel); «...un trottoir bétonné a tremblé» (M. Laemmel).

Les aires d'intensité V et IV sont très circonscrites. La première englobe Diebolsheim, Hilsenheim et, à la limite, Muttersholtz, de part et d'autre de Bindernheim. Un témoignage remarquable nous vient des rives du Rhin près de Diebolsheim, d'un pêcheur: «...les plaques de béton bougeaient comme si elles se mettaient à marcher» (Madame Fahrner). A Hilsenheim, une personne sort «en vitesse» d'un hangar, «croyant que les tuiles tomberont sur lui, tellement le toit faisait du bruit» (Madame Steff). A Muttersholtz, relevons ces

extraits d'un témoignage d'une rare précision : «...le clapet d'aération du poêle à mazout claquait sans arrêt, toutes les portes métalliques du poêle ... vibraient et cliquetaient ... Mes filles ... ont été effrayées quand les cages des oiseaux ont été secouées avec un fort cliquetis métallique...» (Madame Muller).

La seconde s'étend jusque vers Stotzheim et Matzenheim au Nord, englobe Sélestat, avec, semble-t-il, une enclave à Neubois (Val de Villé), et file vers Marckolsheim au Sud, avec, peut-être, une enclave à Obersaasheim.

Englobant il est vrai de nombreux points négatifs, l'aire des intensités moindres est jalonnée par Strasbourg au Nord, Andlau au Nord-Ouest, Fouchy (Val de Villé) à l'Ouest, Kaysersberg et Colmar au Sud.

D'une manière significative, la secousse, «très peu perceptible» est d'abord prise, à Andlau, pour le «survol d'un avion passant le mur du son» (M. Gemoux). La même comparaison est faite à Artzenheim (M. Remond). A plusieurs reprises le rapprochement de tels effets avec un séisme est fait *a posteriori*.

Relevons quelques effets sur les animaux. Un comportement prémonitoire est signalé à Muttersholtz : «environ 5 minutes avant la secousse, la chienne manifestait un comportement d'énervement et de peur» (M. Gross). De tels effets sont signalés à Bindernheim (intensité maximale) : «les volailles ont volé partout, elles étaient terrorisées» (M. Laemmel).

### 18.3. La réplique du 31 octobre

#### 18.3.1. Données instrumentales

D'après les données du L.D.G. et l'I.P.G. de Strasbourg, une réplique majeure survient le 31.10.1979 à 6 h 31 mn 40 s T.U., avec une magnitude  $M_L = 3.0$  ou 3.4. La localisation de l'épicentre instrumental est comparable à celle de la secousse principale (48,28°N/7,65°E).

#### 17.3.2. Informations macrosismiques

Et, en effet, l'enquête macrosismique fait apparaître globalement, compte tenu de la différence d'échelle, des caractéristiques comparables. Certes, il est malaisé d'apprécier le détail des réponses, en raison des effets psychologiques de la secousse principale. Il reste que les intensités les plus élevées sont notées ponctuellement à Bindernheim, une fois de plus, et à Richtolsheim, où sont signalés l'arrêt de pendules et la panique des bêtes (IV-V ou V, compte tenu d'autres éléments). L'aire IV forme un bande étroite et homogène à l'Ouest, mais est moins nette ailleurs.

L'aire macrosismique est bien délimitée à l'Ouest et au Sud, où elle est jalonnée par Chatenois et Grussenheim, mais ne l'est pas au Nord.

### 17.4. Arrière-plan

Ce n'est pas le lieu de faire l'inventaire des séismes ressentis dans le Ried. Qu'il suffise de souligner la fréquence d'événements du même ordre et dont les épicentres sont situés sur l'une ou l'autre rive, en aval, en mettant en relief les événements de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et le tremblement de terre du 4.9.1959 qui endommagea des cheminées à Gerstheim (Annales I.P.G.S., 1967).

## 19. LE SÉISME DU 22 NOVEMBRE 1979 DE LA VALLÉE DU DRAC ET SA RÉPLIQUE LE 21 DÉCEMBRE 1979

### 19.1. Le séisme du 22 novembre 1979 (Figure 16)

#### 19.1.1. Introduction

Plus d'une centaine de communes ont été contactées par la D.D.P.C. de l'Isère tandis que les quotidiens régionaux *Le Dauphiné Libéré*, *Le Progrès* et *Le Journal* lançaient un appel aux témoignages. En même temps, M. Grasso (Laboratoire de géophysique interne de Grenoble) effectuait une enquête sur le terrain, en apportant de précieux compléments. Au total, environ 145 réponses, relatives à plus de 90 localités, ont été rassemblées.



### 19.1.2. *Données instrumentales (L.D.G.)*

- heure origine: 07 h 24 mn 6.7 s T.U..
- coordonnées de l'épicentre: 44,9°N/5,7°E
- magnitude ( $M_L$ ): 4.2

### 19.1.3. *Données macrosismiques*

#### 19.1.3.1. *Intensité maximale et épicentre*

L'intensité maximale, VI, a été notée à Marcieu et Treffort, situés respectivement sur les rives droite et gauche du Drac, à la hauteur de la retenue du barrage de Monteynard. A Marcieu, le témoignage de M. Brun (Maire) souligne que la secousse s'est traduite par de nombreuses pertes d'équilibre, l'affolement des animaux et quelques dégâts: fissuration de murs et de cheminées, chutes de tuiles dans les bâtiments de type A; fissurations, chutes de débris de plâtre et chutes de tuiles dans les bâtiments de type B. A noter, en outre, la modification du débit et le trouble de l'eau.

A Treffort, la frayeur est grande. Les chutes d'objets sont générales dans les habitations qui subissent aussi quelques légers dégâts, tels que fissurations et chutes de plâtres, fissurations de cheminées de bâtiments de type B. L'enquête de M. Grasso indique qu'une lézarde du précédent séisme (1963) se serait agrandie à l'église. Dehors, on voit les poteaux électriques « monter et descendre » et les fils se balancer de haut en bas après la secousse.

L'épicentre macrosismique, localisé à mi-chemin, par 44,91°N et 5,65°E, se situe à environ 1 km à l'Ouest de l'épicentre instrumental.

#### 19.1.4. *Aire macrosismique*

Elle est assez bien définie, sauf à l'Ouest par delà le Vercors.

L'allure générale est caractérisée par une remarquable extension au Nord (Grenoble) et Nord-Est (Allemond), jusqu'à la limite du massif de Belledonne. A l'Est, seule la partie nord-occidentale de l'Oisans semble avoir été affectée (Lavalens et La Morte), tandis que vers le Sud, les contreforts septentrionaux du Dévoluy (St Baudille, Tréminis, Prébois) n'ont pas ressenti la secousse.

La surface macrosismique est de l'ordre de 800 km<sup>2</sup>.

#### 19.1.5. *Décroissance des intensités*

Par rapport à l'ensemble de l'aire macrosismique, l'aire épiscopentrale apparaît excentrée. En effet, l'atténuation de l'intensité avec la distance est 3 à 4 fois plus rapide vers le Sud que vers le Nord. Ainsi la secousse est-elle encore perçue à la Tronche (35 km) ou Allemond (40 km), alors qu'elle ne l'est plus à Chichilianne (12 km) ou Prébois (15 km).

L'aire d'intensité V montre une extension NNE-SSW depuis Notre-Dame-de-Commiers (Nord) à Clelles (Sud) avec cependant deux enclaves en amont de la vallée du Drac à St Laurent-en-Beaumont et St Sébastien.

#### 19.1.6. *Direction de la secousse*

Plusieurs réponses, dont le témoignage du Maire de Marcieu, indiquent une direction NE-SW.

## 19.2. *La réplique du 21.12.1979*

C'est la Direction du Groupe régional de production hydraulique Alpes (EDF) qui a signalé cette faible secousse, ressentie à 13 h 53 H.L. par le personnel du barrage de Monteynard et la population des hameaux voisins.

Le L.D.G. n'a enregistré aucun événement local à cette date. D'autre part, les services de la Protection Civile de Grenoble, où cet événement aurait été aussi ressenti, n'ont eu aucun écho. Les demandes de renseignements sont restées vaines.

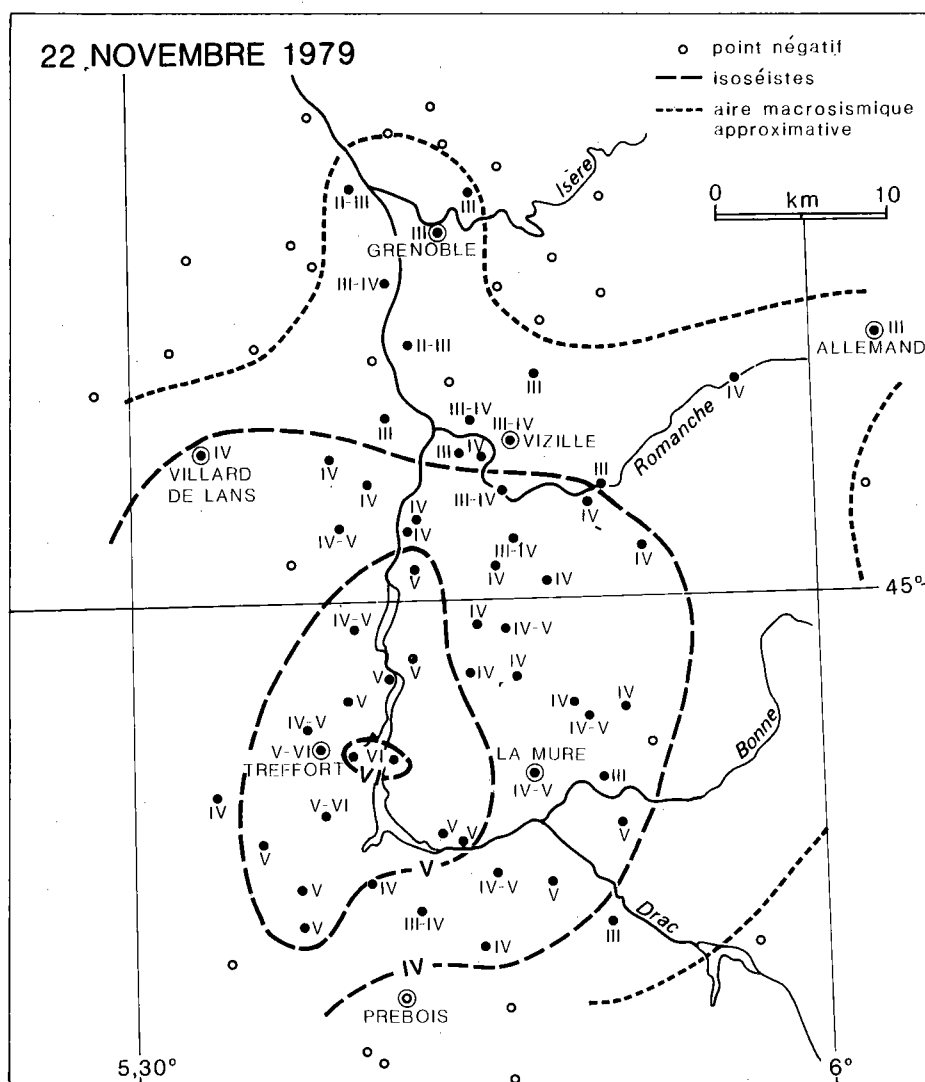


Figure 16  
Le séisme du 22 novembre 1979 dans la vallée du Drac

### 19.3. Rappels sur la sismicité de Monteynard

La sismicité de la région du barrage de Monteynard est caractérisée par des essaims de secousses qui débutent le 25 avril 1963 et apparaissent depuis lors de temps à autre.

En effet, la localisation des épicentres à proximité du lac-réservoir de Monteynard, de même que l'occurrence de plusieurs secousses lors des mises en eau successives du barrage sont des arguments en faveur d'une sismicité induite. En particulier, le choc principal du 25 avril 1963 (13 h 36 mn 11 s) s'est produit quelques jours après que le remplissage du réservoir ait atteint sa cote maximale. Ce séisme, de magnitude 4.5 d'après le L.D.G., a causé certains dommages aussi bien à proximité du barrage (Sinard, Avignonet, Monteynard, St Paul-les-Monestier, Treffort, etc.) que dans la région située plus à l'W-NW, déjà éprouvée l'année précédente lors du séisme de Corrençon (Le Gua, St Guillaume, Château-Bernard, etc.).

Il s'agit généralement de microsecousses qui se répètent depuis 1963, groupées en essaims, séparés parfois par une période de calme pouvant atteindre quelques années. Une sélection de secousses ressenties est donnée en fin de paragraphe.

Si les cas les plus flagrants de sismicité induite sont en général mis en évidence dans des régions considérées comme asismiques, il faut noter ici que cette activité vient s'ajouter à une sismicité naturelle déjà importante. En d'autres termes, la présence de ce lac-réservoir ne fait qu'augmenter la probabilité d'occurrence de séismes dans cette région mais ne modifie pas l'interprétation sismotectonique locale. En effet, les aires des foyers sismiques du Vercors et de Monteynard sont contigües, voire chevauchantes, et il est probable que les mêmes accidents jouent dans les deux cas. Sans préjuger de la discussion sismotectonique qu'appellent ces remarques, il apparaît que la sismicité de Monteynard ne constitue qu'un cas particulier quant à la fréquence des événements et l'origine de l'activité de la sismicité du Vercors oriental et septentrional.

## ESSAIS DE MONTEYNARD, SÉLECTION D'ÉVÉNEMENTS

(compte tenu de remarques de M. Stahl)

Date	Heure (T.U.)	Magnitude (L.D.G.)	Magnitude (I.P.G.S.) **
25.04.1963	00 h 34 mn	—	2.6
25.04.1963	00 h 37 mn	—	2.9
25.04.1963	13 h 36 mn 11 s *	4.5	4.9
25.04.1963	20 h 24 mn 20 s *	3.5	4.0
25.04.1963	entre 22 h		
	et 22 h 30 mn ***	—	—
25.04.1963	23 h 58 mn 52 s	—	2.8
27.04.1963	05 h 28 mn 20 s *	4.3	4.5
30.04.1963	04 h 20 mn ***	—	—
01.05.1963	02 h 56 mn 40 s	3.0	2.8
30.05.1963	19 h 17 mn 52 s	—	2.9
13.06.1963	18 h 36 mn 32 s	—	2.8
17.06.1963	06 h 00 mn 17 s	—	2.4
23.10.1963	06 h 09 mn 22 s	—	—
02.12.1963	06 h 03 mn 57 s *	—	2.4
02.12.1963	09 h 56 mn 29 s	—	2.1
20.12.1963	07 h 09 mn 59 s	—	2.2
26.12.1963	06 h 13 mn	—	2.0
15.01.1964	20 h 22 mn 24 s	—	2.3
16.01.1964	02 h 33 mn 07 s	—	2.2
20.01.1964	01 h 07 mn	—	—
13.08.1964	05 h 18 mn 43 s	3.1	3.1
01.11.1964	04 h 57 mn 30 s	—	1.5
18.12.1964	08 h 52 mn 28 s	—	2.4
02.05.1965	12 h 25 mn 43 s	2.7	—
24.08.1966	20 h 47 mn 04 s *	3.9	4.3
23.09.1966	16 h 24 mn 40 s	—	2.1
30.06.1967	04 h 14 mn 58 s	—	2.1
30.06.1967	05 h 22 mn 20 s	—	1.7
22.11.1967	04 h 46 mn 03 s	—	2.1
Pour la période 1971 - 1977, se reporter au fascicule que vient de lui consacrer le B.C.S.F.			
22.11.1979	06 h 27 mn	2.8	
22.11.1979	07 h 24 mn 07 s	4.2	
22.11.1979	13 h 52 mn		

\* : source : Catalogues départementaux inédits, préparés par J.P. Rothé pour les besoins initiaux du Projet Sismotectonique.

\*\* : source : Annales I.P.G.S., t. IX, 1972.

\*\*\* : source : Enquête originale du B.C.S.F.

## 20. LE SÉISME MINEUR DE LA RÉGION MENTONNAISE DU 28 NOVEMBRE 1979

C'est tardivement que nous avons eu connaissance de cette secousse, mentionnée par le quotidien *Nice-Matin*, en ces termes : « la secousse ... semble avoir été plus particulièrement ressentie à Roquebrune-Cap-Martin, à Carnoles notamment. Elle a été également perçue dans certains quartiers de la principauté de Monaco ».

Le Bulletin du L.D.G. ne signale pas cet événement ; par contre le Centre d'études et de recherches séismologiques (C.E.R.S.) a transmis les informations instrumentales recueillies auprès des différents observatoires régionaux :

- heure origine : 12 h 09 mn 18 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 43,7°N/7,6°E, soit en mer, à 6 km au S.E. de Cap-Martin
- magnitude ( $M_L$ ) : 2.5

Une enquête menée auprès des mairies voisines de Roquebrune n'a fourni que des réponses négatives. L'intensité II-III n'a probablement pas été dépassée pour les 2 localités qui ont ressenti le séisme.

## 21. LES EFFETS EN FRANCE DU SÉISME PIÉMONTAIS DU 4 DÉCEMBRE 1979

A 8 h 48 T.U. survient un séisme de magnitude 3.5 par 44,33°N/7,46°E (L.D.G.).

Il est ressenti à Isola, avec une intensité de l'ordre de IV (information aimablement communiquée par M. Stahl).

## 22. LE SÉISME DU CANIGOU DU 5 DÉCEMBRE 1979 (Figure 17)

Une enquête a été réalisée par la D.D.P.C. des Pyrénées-Orientales. Un appel aux témoignages a paru dans le quotidien *L'Indépendant*. Au total, une trentaine de réponses nous sont parvenues dont plus d'une vingtaine positives.

### 22.1. Données instrumentales

Les caractéristiques suivantes sont fournies par le bulletin L.D.G. :

- heure origine : 23 h 02 mn 29.4 s T.U.
- coordonnées de l'épicentre : 42,45°N/2,47°E, soit 5 km au N-NW de Prats-de-Mollo
- magnitude ( $M_L$ ) : 4.1

### 22.2. Informations macrosismiques

L'intensité maximale observée atteint le degré V-VI à Prats-de-Mollo-La Preste où se produit la chute d'une cheminée.

L'aire macrosismique est mal définie.

Au Nord, la limite connue passe dans la vallée du Têt aux environs de Prades (IV) et d'Olette (IV-V).

A l'Est, les repères font défaut, si ce n'est un point, Bourg-Madame (II-III), qui marque la limite de l'aire macrosismique à une quarantaine de km de l'épicentre.

Au Sud, l'extension éventuelle de l'aire macrosismique en Espagne n'est pas connue. Seule sa partie orientale est relativement bien délimitée à partir de jalons négatifs tels que St Laurent-de-Cerdans, Amélie-les-Bains, Ceret, Vinca, l'Ille-sur-Têt et, à l'extrême Nord-Est, St Paul-de-Fenouillet. Dans l'intervalle, trois points permettent d'appréhender cette limite: Caramany (II-III), Joch (III) et Arles-sur-Tech (III-IV).

Compte tenu de la répartition des intensités, l'épicentre macrosismique ( $42,50^{\circ}\text{N}/2,40^{\circ}\text{E}$ ) peut être situé à une douzaine de kilomètres au NW de Prats-de-Mollo, soit 7 km au NW de l'épicentre instrumental situé sur le versant méridional du Canigou.

### 22.3. Décroissance des intensités

Alors qu'on note une décroissance homogène en direction du Nord, Caramany, et de l'Ouest, Bourg-Madame, points situés respectivement à 40 km et 45 km de l'épicentre, un contraste majeur apparaît en direction de l'Est et du Sud-Est, où les effets de la secousse ne sont plus ressentis dans un rayon de 20 km, respectivement à St Laurent-de-Cerdans et Amélie-les-Bains, dans la haute vallée du Tech. A ce titre, il aurait été intéressant de connaître les effets du séisme sur le versant espagnol.

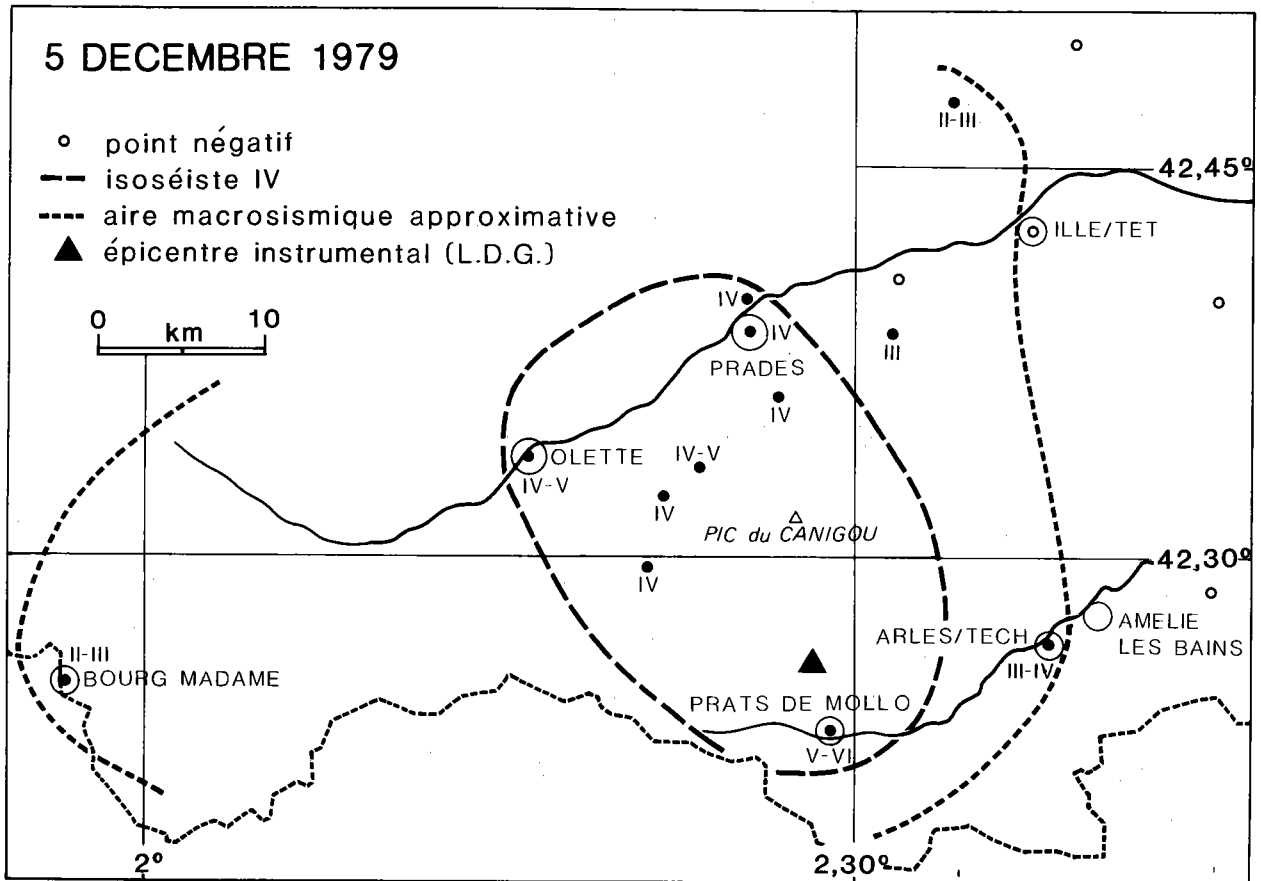


Figure 17

**Le séisme du Canigou du 5 décembre 1979**

### 23. LE SÉISME DE MOYENNE DURANCE DU 26 DÉCEMBRE 1979

A la suite de l'enregistrement d'un séisme de magnitude 3.0 par  $43,8^{\circ}\text{N}/5,9^{\circ}\text{E}$ , à 19 h 42 T.U. (L.D.G.), une enquête de routine a été faite aux environs de Manosque, à la suggestion de M. Stahl.

Elle a recueilli trois réponses positives, à Villeneuve, à La Brillanne et à Volx, et des réponses négatives à Manosque, Corbières et Greoux-les-Bains.

Confirmant parfaitement l'heure de l'enregistrement, la réponse de Villeneuve suggère un intensité de l'ordre de IV-V et de IV à La Brillanne. Moins nette pour l'heure, la réponse de Volx fait conclure à une intensité supérieure, de l'ordre de V, degré qui paraît assez élevé au regard de la magnitude.

Une fois de plus, nous tenons dans ce domaine un séisme étroitement circonscrit.

Un épicentre macrosismique au voisinage de Volx est envisageable. Il coïncide avec l'épicentre instrumental proposé par M. Stahl, à savoir  $43,9^{\circ}\text{N}/5,85^{\circ}\text{E}$ .

Cet épicentre est le même que ceux de trois secousses discrètes survenues en octobre et pour lesquelles nous ne disposons pas de données macrosismiques précises (cf 17).





**TABLEAU DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES  
D'UNE SÉLECTION DE SÉISMES  
DONT LES EFFETS MACROSISMQUES SONT CONNUS**

Pour l'essentiel, ce tableau reprend celui du « Résumé des principaux résultats scientifiques et techniques du Service Géologique national pour 1979 » (B.R.G.M., 1980).

Date **	Région	Données instrumentales *		Données macrosismiques		Remarques
		Coordonnées de l'épicentre	Magnitude ML	Intensité max. observée (MSR)	Coordonnées de l'épicentre macrosismique	
13 janvier 1979 14 h 57 T.U.	Oléron (17)	45.8 N 1.2 W	3.9	III-IV	-	Choc suivi d'une réplique (M <sub>L</sub> : 3.3) à quelques heures
13 janvier 1979 15 h 38 T.U.	Bourbriac (22)	48.4 N 3.3 W	3.9	IV	48.33 N 3.16 W	
15 janvier 1979 3 h 20 T.U.	Cervione (20)	42.9 N 9.5 E	3.0	IV	42.36 N 9.50 E	Détermination épiscopentrale peu fiable
23 janvier 1979 0 h 08 T.U.	Moyen Verdon (04)	43.8 N 6.8 E	3.3	?	-	Aucune réponse à l'enquête
23 février 1979 9 h 35 T.U.	Biarritz (64)	Trace sur station L.D.G. d'Esparros (EPF)		III	-	Séisme artificiel?
27 mars 1979 3 h 00 T.U.	Corse (20)	42.3 N 9.3 E	3.4	V	42.53 N 9.38 E	Détermination instrumentale peu fiable
16 avril 1979 12 h 27 T.U.	Die (26)	44.6 N 5.3 E	4.3	V-VI	44.66 N 5.23 E	
19 avril 1979 5 h 08 T.U.	Argelès-Gazost (65)	43.0 N 0.6 W	3.0	III-IV	-	
20 avril 1979 19 h 41 T.U.	Lacq (64)	43.4 N 0.6 W	3.0	IV-V	43.41 N 0.58 W	
17 mai 1979 1 h 22 T.U.	St Omer (62)	50.7 N 2.3 E	3.1	IV-V	50.73 N 2.30 E	
3 juillet 1979 21 h 13 T.U.	Lac de Morat (Suisse)	46.9 N 6.9 E	4.1	IV en France	Epicentre à l'étranger	
6 juillet 1979 12 h 00 T.U.	Vallée d'Ossau (64)	43.0 N 0.4 W	4.0	IV	43.01 N 0.41 W	Coordonnées épiscopentrales identiques au fort séisme du 29 février 1980
17 juillet 1979 15 h 17 H.L.	Vallée d'Aspe (64)	-		III ?	-	
1 <sup>er</sup> septembre 1979 20 h 16 T.U.	Barcelonnette (04)	44.4 N 6.6 E	2.9	V	44.40 N 6.56 E	
25 septembre 1979 23 h 26 H.L.	Sundgau (68)	-		IV	47.56 N 7.47 E	
28 septembre 1979 5 h 29 T.U.	Lannemezan (65)	43.1 N 0.4 E	4.0	V	43.07 N 0.50 E	
7 octobre 1979 8 h 58 T.U.	Moyenne Durance (04)	43.90 N 5.85 E	2.8	III	-	
27 octobre 1979 14 h 59 T.U.	Sud de Basse-Alsace (67)	48.26 N 7.69 E	4.4	VI	48.28 N 7.61 E	Plusieurs répliques

Date **	Région	Données instrumentales *		Données macrosismiques		Remarques
		Coordonnées de l'épicentre	Magnitude ML	Intensité max. observée (MSR)	Coordonnées de l'épicentre macrosismique	
22 novembre 1979 7 h 24 T.U.	Monestier-de-Clermont (38)	44.9 N 5.7 E	4.2	VI	44.91 N 5.65 E	Secousse en relation avec le barrage de Monteynard?
28 novembre 1979 12 h 09 T.U.	Menton (06)	43.7 N 7.6 E	2.5	II-III	Epicentre en mer	
4 décembre 1979	Piémont	44.33 N 7.46 E		IV en France	Séisme piémontais	
5 décembre 1979 23 h 02 T.U.	Canigou (66)	42.4 N 2.5 E	4.1	V-VI	42.50 N 2.40 E	Epicentre dans le massif du Canigou
21 décembre 1979 13 h 53 H.L.	Monteynard (38)	-		?	Indéterminé	Secousse en relation avec le barrage de Monteynard
26 décembre 1979	Moyenne Durance (04)	41.8 N 5.9 E	3.0	V?	43.88 N 5.85 E	Ressenti localement

\* : Essentiellement d'après le Laboratoire de Détection Géophysique (C.E.A.)

\*\* : Heures simplifiées

## CARTE DE LA MACROSISMICITÉ DE LA FRANCE EN 1979

(rédaction en 1983)

### I. Présentation

Ce type de carte se limite aux épicentres situés en France, parfois localisés d'une manière approximative. Echappent à cette carte les effets en France du séisme piémontais du 4 décembre 1979 (IV à Isola), parvenus à notre connaissance par la suite.

Pour faciliter une éventuelle mise à jour de l'ouvrage consacré par le B.R.G.M. aux tremblements de terre en France (1979), est utilisée ici la légende de la carte qui l'accompagne.

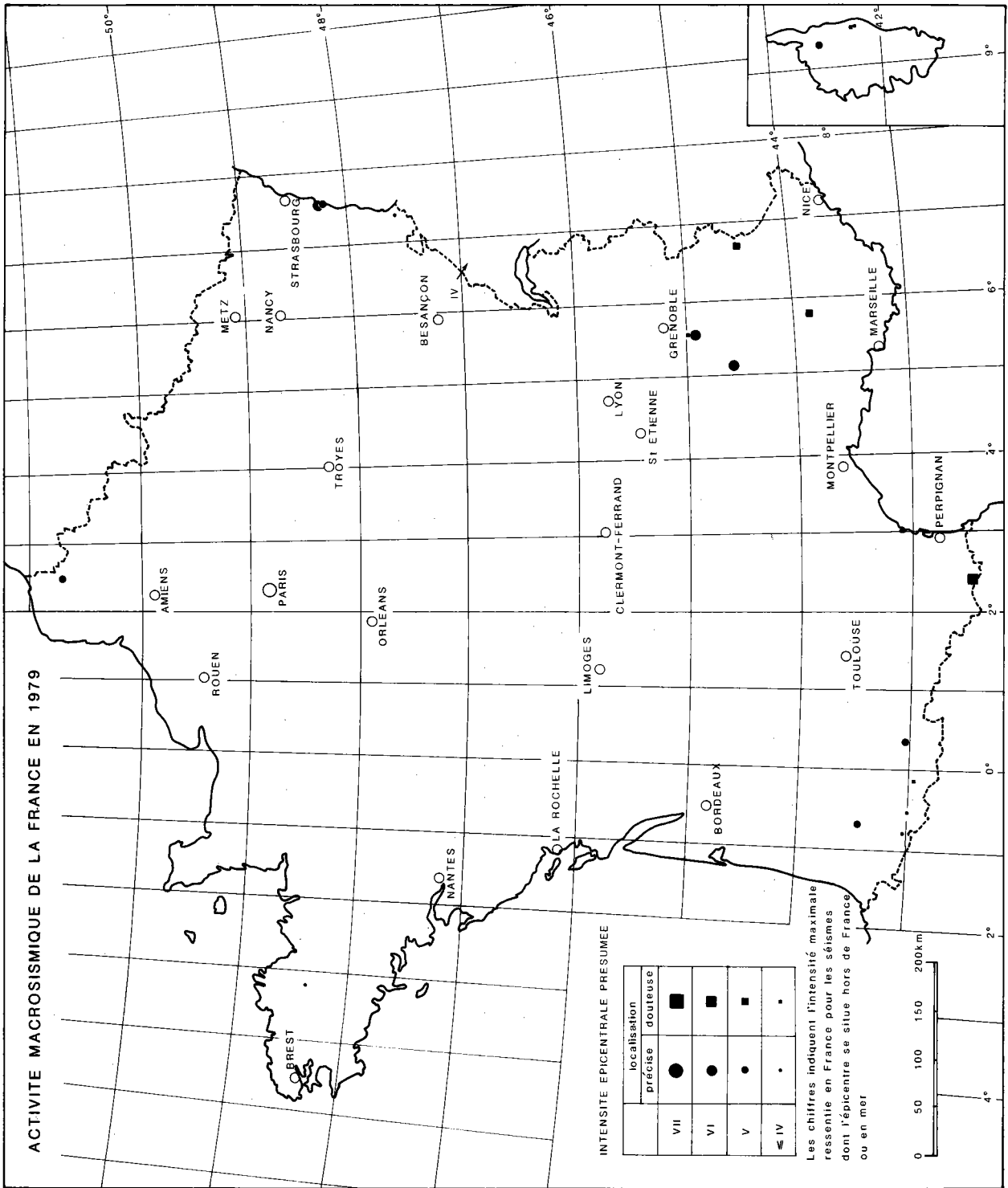
Par convention, les intensités intermédiaires sont figurées par le symbole de l'intensité supérieure.

### II. Commentaires

C'est d'une manière remarquable qu'apparaît en 1979 le caractère essentiellement périphérique de la sismicité de la France, avec une frange d'événements, mineurs en général, dans les Pyrénées, les Alpes, en Alsace, aux environs de St Omer, en Bretagne et sur le littoral charentais.

Il convient de mettre en relief, en raison de leur intérêt particulier et des intensités atteintes, la sismicité de la Corse, prolongement de l'activité de 1978, le séisme de la région de Saillans (V-VI), la crise survenue dans les parages du barrage de Monteynard (VI) et une crise sismique alsacienne (VI). N'est pas reporté l'événement douteux et mal connu survenu le 23 février 1979 dans la région de Biarritz.

Les séismes de 1979 n'apportent qu'une seule modification à la carte des intensités maximales connues (état des connaissances fin 1977), à savoir une intensité de l'ordre de VI, étroitement circonscrite, en Diois, dans un secteur situé à la limite d'une aire V au Sud et du domaine en « blanc » témoignant soit d'intensités moindres, soit d'une ignorance. L'apparition d'une telle intensité serait une raison suffisante pour approfondir la révision de sismicité historique du Diois. Au demeurant, la révision de sismicité historique, poursuivie depuis lors dans ce domaine, livre des indications, il est vrai mal localisées, propres à faire envisager une intensité VI, pour le moins, dans l'ensemble de cette région. D'une manière générale, répétons-le, un effort continu de révision ne cesse d'apporter une foule de précisions et de nuances qui appellent une urgente mise à jour de documents élaborés à partir des matériaux rassemblés en 1976-77. A un moment où il est fait si grand cas des « Risques Naturels » dans leur ensemble et surtout de la sismicité, le public serait en droit de s'étonner, répétons-le, de l'absence d'une telle mise à jour, après cinq ans.



ANNEXE

**SÉISMES AYANT LEUR ORIGINE EN FRANCE  
ET ZONES LIMITOPHES  
LOCALISÉS PAR LE LABORATOIRE DE DÉTECTION ET DE GÉOPHYSIQUE  
DU COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

-----  
- SEISMICITE INSTRUMENTALE 1978 - 1979 -  
-----

HEURE OR: HEURE ORIGINE (TU).  
LAT: LATITUDE DE L'EPICENTRE (DEGRES DECIMAUX).  
LONG: LONGITUDE DE L'EPICENTRE (DEGRES DECIMAUX).  
PRO: PROFONDEUR DU FOYER (KILOMETRES).  
IND: PROFONDEUR INDETERMINEE.  
ML: MAGNITUDE LOCALF.  
MD: MAGNITUDE DE DUREE.  
NB: NOMBRE DE PHASES UTILISEES POUR LA LOCALISATION.  
RMS: RESIDU QUADRATIQUE MOYEN (SECONDES).

LES REGIONS SONT CELLES DU DECOUPAGE DU L.D.G.  
POUR LA FRANCE, LES NOMS DE REGION SONT CEUX  
DES CARTES I.G.N. AU 1/250000.

NB LA SECONDE DECTMALE DES COORDONNEES N'A DE SENS QUE POUR  
LES EPICENTRES BIEN DETERMINES ( FRANCE OU NB>15).

1 PENBROKE	2 CARDIFF	3 V LONDON	4 E LONDON	5 BRIDGE	6 ANTWERPEN	7 DUSSELDORF	8 KASSEL	9 NORDHAUSEN
10 PLYMOUTH	11 EXETER	12 PORTSMOUTH	13 BOULOGNE/MER	14 LILLE	15 BRUXELLES	16 BONN	17 FRANKFURT	18 COBURG
19 SW CORNWALL	20 GUERNESEY	21 CAEN	22 ROUEN	23 AMIENS	24 REIMS	25 NETZ	26 MANNHEIM	27 MUNBERG
28 BREST	29 SAINT-BRIEUC	30 RENNES	31 CHARTRES	32 PARIS	33 TROYES	34 STRASBOURG	35 STUTTGART	36 MUNICHEN
37 QUIMPER	38 LORIENT	39 NANTES	40 TOURS	41 BOURGES	42 DIJON	43 MULHOUSE	44 ZURICH	45 INNSBRUCK
46 SW LORIENT	47 V ROCHELLE	48 LA ROCHELLE	49 POITTIERS	50 MONTLUCON	51 CHALON/SAONE	52 THONON	53 LOCARNO	54 BOLZANO
55 E ATLANTIQUE	56 V ROCHEFORT	57 ROCHEFORT	58 LINDGES	59 CLERMONT-FD	60 LYON	61 ANNECY	62 MILANO	63 VERONA
64 N OVIEDO	65 V BORDEAUX	66 BORDEAUX	67 AGEN	68 AURILLAC	69 VALENCE	70 GAP	71 GENOVA	72 BOLOGNA
73 OVIEDO	74 BILBAO	75 PAU	76 TOULOUSE	77 MONTPELLIER	78 MARSEILLE	79 NICE	80 GOLFO GENOVA	81 FIRENZE
82 LEON	83 BURGOS	84 LUZ	85 FOIX	86 PERPIGNAN	87 S MARSEILLE	88 S NICE	89 GASTIA	90 GROSSETO
91 VALLADOLID	92 ARANDA	93 ZARAGOZA	94 LERIDA	95 BARCELONA	96 E BARCELONA	97 V AJACCIO	98 AJACCIO	99 E ROMA
100 AVILA	101 MADRID	102 TERUEL	103 VIMARIZ	104 N MALLORCA	105 N MENORCA	106 V SASSARI	107 SASSARI	108 E SASSARI





MARS 78											AVR 78											
HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS			HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS			
10	23 14	0.6	48.28N	2.31W	15	3.2	3.3	29	1.0	SAINT-BRIEUC	17	14 7	0.3	43.47N	0.57W	IND	2.8		8	0.3	PAU	
12	8 16	27.5	47.60N	6.24E	0	2.0		9	0.2	MULHOUSE	17	23 17	6.2	46.14N	2.59E	0	0.5		4	0.2	MONTLUCON	
12	22 48	22.8	47.03N	2.31E	IND	1.8		10	0.4	BOURGES	19	16 18	31.0	44.60N	7.33E	0	3.0	3.2	19	0.7	GAP	
13	17 42	42.2	45.50N	9.69E	25	3.9	3.9	33	0.7	MILANO	20	0 27	29.5	43.77N	6.63E	20	1.3		5	0.0	NICE	
15	17 47	21.4	43.87N	7.46E	IND		3.1	6	0.0	NICE	20	8 36	1.8	46.59N	2.88E	5	1.6		10	0.5	MONTLUCON	
16	23 11	8.1	36.65N	7.50E	IND	4.2		17	1.0		20	11 9	32.8	46.24N	5.49E	0	3.1	3.2	33	0.6	CHALON/SAONE	
17	0 29	48.0	46.98N	5.00E	IND	1.6		6	0.2	CHALON/SAONE	21	12 57	9.0	42.12N	9.42E	IND	3.4		6	0.2	BASTIA	
18	22 34	45.6	48.13N	5.64E	5	2.1		8	0.6	TROYES	24	8 30	0.0	46.51N	2.82E	5	1.9		13	0.5	MONTLUCON	
19	13 15	24.9	45.02N	7.05E	0	2.8		13	0.8	ANNECY	24	18 3	39.5	42.59N	0.94E	IND	2.7		10	1.0	FOIX	
21	9 9	25.6	43.20N	0.09W	0	2.9		9	0.6	PAU	24	19 44	0.4	46.00N	2.75E	20	1.9		11	0.2	CLERMONT-FD	
21	16 51	59.0	46.38N	1.14F	0	2.3		10	0.3	POITIERS	25	3 34	53.2	43.96N	10.93E	0	3.0		11	0.4	FIRENZE	
23	2 6	29.2	43.55N	11.29E	IND	3.3		12	0.4	FIRENZE	26	3 15	51.8	46.54N	2.84E	0	1.4		8	0.8	MONTLUCON	
26	0 44	25.3	43.89N	7.87E	IND	3.1		6	0.2	NICE	26	4 39	50.6	45.98N	1.43W	0	3.3		44	0.9	ROCHEFORT	
26	23 5	6.0	46.89N	6.63E	15	2.4		12	1.0	THONON	26	16 51	5.2	45.98N	1.34W	0	2.8		27	1.5	ROCHEFORT	
28	20 33	29.5	44.49N	4.80E	IND	2.6		10	1.5	VALENCE	26	17 55	20.3	45.64N	6.72E	0	3.4		49	1.4	ANNECY	
28	20 37	6.8	47.56N	6.07E	IND	2.0		14	0.6	MULHOUSE	26	18 1	14.4	45.99N	1.38W	0	3.3		33	1.4	ROCHEFORT	
29	4 25	51.8	44.03N	7.73E	IND	2.4		6	0.3	GAP	27	2 42	7.9	45.95N	2.81E	10	2.2		21	0.4	CLERMONT-FD	
29	6 19	15.2	43.73N	7.77E	IND	2.4		6	0.2	NICE	27	9 52	50.4	45.99N	1.34W	0	3.1		33	1.0	ROCHEFORT	
29	21 51	58.9	50.58N	6.63E	5	3.2		30	1.2	BONN	29	23 53	51.7	47.25N	0.42W	IND	1.9		9	0.4	NANTES	
29	23 33	20.8	47.26N	11.11E	0	3.2		14	0.4	INNSBRUCK	29	23 59	23.7	47.27N	0.39W	5	2.5		26	0.9	NANTES	
30	0 0	49.3	47.21N	11.07E	0	3.5		19	0.8	INNSBRUCK	30	0 30	37.2	47.26N	0.37W	IND	2.6		26	0.8	NANTFS	
30	17 33	39.0	46.29N	3.43E	5	3.3		35	0.5	MONTLUCON	30	0 33	27.9	47.25N	0.41W	IND	2.2		17	0.8	NANTES	
											30	5 23	28.0	50.50N	7.11E	5	3.2		25	0.7	BONN	
											30	11 30	46.4	48.43N	7.57E	15	1.6		6	0.1	STRASBOURG	
											30	21 43	10.2	45.95N	1.36W	0	2.6		24	1.2	ROCHEFORT	
											30	23 26	40.9	48.08N	7.58E	5	3.4		27	0.5	STRASBOURG	
											MAI 78											
											3	7 1	32.8	47.24N	0.71W	5	1.9		8	0.8	NANTES	
											3	22 11	3.2	43.54N	5.15E	IND	3.0		6	0.8	MARSILLE	
											4	0 46	25.8	42.20N	9.43E	0	2.5		8	0.2	BASTIA	
											4	8 29	38.9	44.25N	7.68E	IND	2.9		8	0.8	GAP	
											4	11 9	39.1	42.22N	9.48E	0	2.4		7	0.3	BASTIA	
											5	3 52	5.3	50.64N	5.78E	5	2.6		21	1.6	BRUXELLES	
											8	2 24	20.5	46.14N	2.80E	20	1.6		17	0.3	MONTLUCON	
											8	9 57	53.8	47.09N	0.03W	0	2.2		20	1.0	NANTES	
											8	14 47	49.3	47.51N	8.08E	IND	2.7		10	0.8	ZURICH	
											8	16 24	13.3	46.69N	0.10W	0	2.6		38	0.9	LA ROCHELLE	
											8	18 18	1.1	47.10N	1.74W	10	2.3		15	1.2	NANTES	
											10	2 23	2.2	46.06N	2.67E	20	1.5		9	0.4	MONTLUCON	
											10	7 17	16.3	42.98N	0.31W	25	3.1		11	0.7	LUZ	
											10	9 32	9.6	46.57N	2.69E	5	0.8		5	0.4	MONTLUCON	
											10	18 58	9.1	43.01N	0.22W	IND	2.7		9	1.0	PAU	
											11	1 24	27.1	45.46N	5.86E	IND	2.5		10	0.1	LYON	
											12	16 54	8.1	44.20N	7.30F	IND	2.4		5	0.5	GAP	
											12	18 29	30.1	42.76N	2.03E	IND	3.1		15	0.8	PERPIGNAN	
											12	19 14	26.2	44.28N	6.86E	5	2.9		14	0.9	GAP	
											12	20 11	54.3	44.30N	6.27E	IND	2.6		6	0.2	GAP	
											13	3 10	5.5	44.21N	6.22E	IND	2.6		5	0.1	GAP	
											13	3 37	41.2	44.30N	6.95E	0	2.9	3.0	8	0.9	GAP	
											13	6 12	49.2	46.44N	3.47E	15	0.9		5	0.1	MONTLUCON	
											13	9 7	52.3	47.01N	0.60E	0	2.9		38	1.0	TOURS	
											13	12 52	41.2	44.15N	7.52E	IND			3.2	6	0.3	GAP

MAI 78												JUN 78											
HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS		HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS					
13	18 48	3.3	45.99N	2.74E	0	1.7	11	0.3	CLERMONT-FD	6	2 28	36.0	46.65N	1.94W	IND	2.3	9	0.5	LA ROCHELLE				
14	3 14	0.4	49.11N	6.70E	IND	2.4	6	0.2	METZ	6	19 41	50.9	46.58N	4.63E	0	1.5	10	0.5	CHALON/SAONE				
14	20 2	42.3	44.16N	6.29E	IND	2.2	4	0.1	GAP	6	23 28	6.4	46.53N	2.91E	5	1.4	14	0.6	MONTLUCON				
15	12 30	2.1	44.12N	7.84E	IND	2.4	5	0.3	GAP	6	23 44	30.2	46.50N	2.95E	5	1.2	7	0.1	MONTLUCON				
15	20 25	54.0	47.97N	5.07E	IND	2.1	6	0.3	DIJON	9	2 3	59.1	48.37N	4.50W	IND	2.6	8	0.5	BREST				
16	5 32	7.2	43.03N	19.02E	IND	4.5	22	1.2		9	4 47	47.7	44.36N	7.58E	0	2.8	17	0.8	GAP				
16	10 15	28.8	43.72N	7.43E	0	1.9	4	0.2	NICE	9	8 48	44.9	46.06N	2.91E	0	2.7	30	0.6	MONTLUCON				
16	22 11	12.0	47.04N	6.41E	IND	2.4	9	0.7	MULHOUSE	9	9 25	59.1	46.11N	2.88E	IND	2.1	16	0.6	MONTLUCON				
17	3 10	9.8	43.88N	7.37E	IND	2.0	5	0.1	NICE	9	9 48	27.3	50.06N	5.29E	IND	2.7	8	0.8	BRUXELLES				
17	4 35	14.3	42.92N	18.77E	IND	4.4	15	1.1		9	10 55	24.0	42.96N	0.34E	10	2.7	9	0.3	FOIX				
17	6 54	29.4	46.34N	3.39E	5	2.2	9	0.4	MONTLUCON	10	13 58	20.6	50.65N	6.17E	0	3.1	25	0.8	BONN				
17	7 50	7.0	44.20N	7.63E	IND	2.9	5	0.1	GAP	11	8 28	9.9	43.15N	0.62W	0	3.9	45	1.7	PAU				
17	9 50	2.9	44.07N	7.94E	IND	2.3	5	0.3	GAP	11	17 31	15.6	44.52N	12.07E	0	3.3	17	0.7					
17	11 28	34.3	45.91N	2.77E	0	1.5	8	0.1	CLERMONT-FD	12	3 41	25.1	47.74N	1.67W	IND	2.0	6	0.3	NANTES				
17	14 36	44.5	44.00N	7.33E	IND	2.3	5	0.6	NICE	12	17 27	6.4	43.77N	12.13E	IND	3.7	17	0.6					
17	18 0	59.0	44.30N	8.18E	IND	2.9	5	0.3	GENOVA	12	22 24	5.5	46.27N	13.23E	IND	3.7	16	1.0					
17	19 25	18.0	44.46N	7.14E	IND	2.6	4	0.0	GAP	13	15 16	24.9	45.93N	2.92E	IND	2.6	16	0.3	CLERMONT-FD				
18	23 11	46.5	43.98N	7.34E	IND	2.0	5	0.1	NICE	16	2 33	47.6	36.53N	7.30W	IND	4.7	27	1.0					
19	7 33	42.3	44.13N	7.69E	IND	2.9	5	0.2	GAP	16	21 32	25.8	45.98N	2.94E	IND	2.7	23	0.6	CLERMONT-FD				
19	12 23	32.8	44.24N	7.67E	IND	2.6	5	0.4	GAP	18	14 31	15.8	43.02N	0.44W	10	3.3	18	0.6	PAU				
19	13 57	2.2	47.36N	1.58W	IND	2.2	4	0.0	NANTES	18	14 38	52.0	43.02N	0.39W	25	2.8	11	0.7	PAU				
20	6 18	36.8	44.70N	6.41E	0	4.0	17	0.8	GAP	18	22 58	21.9	42.98N	0.49W	IND	2.3	6	0.1	LUZ				
20	6 19	43.3	44.70N	6.47E	IND	2.7	5	0.3	GAP	19	23 55	53.1	43.06N	0.52W	IND	3.1	15	0.8	PAU				
21	1 38	38.4	43.95N	7.39E	IND	2.2	5	0.0	NICE	21	18 13	41.4	46.79N	6.88E	5	2.8	33	0.9	THONON				
21	10 16	9.7	43.96N	11.93E	IND	3.1	14	0.6	FIRENZE	21	20 49	57.9	43.07N	0.58W	0	3.4	29	0.8	PAU				
21	16 12	1.9	44.88N	6.80E	IND	2.5	4	0.4	GAP	22	20 45	53.7	48.06N	7.87E	IND	2.4	12	0.3	STRASBOURG				
23	8 27	17.0	44.30N	6.17E	0	3.0	3.2	6	0.2	GAP	23	14 2	24.4	43.07N	7.96E	5	2.8	6	0.3	NICE			
23	9 3	31.6	44.17N	6.31E	IND	2.8	4	0.0	GAP	23	18 27	17.6	41.67N	0.27F	0	2.7	10	1.3	LERIDA				
23	10 23	48.3	46.50N	1.44E	5	2.0	11	0.3	POITIERS	26	14 25	35.1	43.05N	0.38W	5	3.1	19	0.8	PAU				
23	19 53	14.8	46.59N	4.67E	IND	1.5	5	0.7	CHALON/SAONE	26	22 39	53.0	44.56N	9.61E	5	3.1	22	0.9	GENOVA				
24	1 12	13.9	46.14N	7.32E	IND	2.8	6	0.3	THONON	26	22 42	6.6	43.09N	0.34W	25	2.5	10	0.4	PAU				
24	4 26	35.9	48.08N	8.65E	IND	2.1	4	0.0	STUTTGART	27	22 32	0.7	43.03N	0.57W	5	3.0	21	0.8	PAU				
24	19 58	3.8	47.43N	7.21E	25	2.1	5	0.1	MULHOUSE	28	18 27	14.9	43.73N	7.00F	0	1.5	4	0.0	NICE				
25	5 39	40.2	46.94N	4.69E	25	1.8	5	0.0	CHALON/SAONE	29	11 31	41.9	44.13N	7.91E	IND	2.4	5	0.2	GAP				
25	5 39	53.1	46.97N	4.60E	25	1.4	4	0.0	CHALON/SAONE	29	14 1	58.6	48.28N	7.59E	10	1.8	6	0.1	STRASBOURG				
25	15 10	6.3	44.15N	7.74E	IND	2.9	5	0.1	GAP	30	7 11	0.1	44.12N	7.68E	IND	2.9	5	0.2	GAP				
25	18 13	33.0	46.73N	3.87E	0	3.2	22	0.9	MONTLUCON														
26	15 55	9.2	49.57N	7.75E	10	2.6	5	0.2	METZ														
26	16 55	16.9	43.73N	7.67E	IND	2.4	5	0.1	NICE														
26	16 59	4.9	44.44N	7.78E	IND	2.6	4	0.0	GAP	2	7 58	38.2	43.10N	0.43W	0	3.4	28	1.0	PAU				
27	7 47	40.1	45.90N	1.32W	0	4.0	4.0	39	1.0	ROCHEFORT	5	4 14	56.2	45.08N	7.30E	0	2.9	27	1.3	ANNECY			
27	20 42	40.1	49.43N	7.13E	IND	2.3	4	0.1	METZ	7	15 48	15.5	42.78N	1.86E	10	2.7	12	1.1	FOIX				
28	2 44	37.5	44.71N	7.12E	0	3.0	7	0.4	GAP	8	19 57	44.7	42.64N	2.09W	35	3.4	27	0.9	BURGOS				
29	10 42	19.5	44.66N	6.35E	0	3.1	14	0.8	GAP	8	20 15	46.9	42.67N	1.80W	0	2.6	8	0.4	LUZ				
30	17 55	31.2	47.73N	8.41E	IND	2.6	6	0.4	ZURICH	8	20 25	6.1	42.66N	2.23W	30	2.8	13	1.0	BURGOS				
										8	20 46	43.8	42.58N	1.85W	0	2.7	10	0.8	LUZ				
										9	8 1	41.3	45.51N	1.13W	IND	2.1	8	0.7	ROCHEFORT				
										11	2 46	58.9	44.30N	7.59E	IND	2.2	6	0.1	GAP				
										12	6 18	27.0	46.65N	1.76W	0	2.4	12	0.5	LA ROCHELLE				
										12	11 37	44.5	45.93N	2.77E	IND	1.6	9	0.6	CLERMONT-FD				
										13	15 58	43.8	45.48N	1.04W	IND	2.0	6	0.4	ROCHEFORT				
										13	17 0	56.0	43.05N	11.38E	IND	2.5	5	0.2	FIRENZE				
										13	22 10	51.4	47.27N	0.51E	IND	2.3	22	0.9	TOURS				



AOUT 78									SEPT 78											
HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS	HEURE	OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS			
22	19	57	42.3	43.96N	7.21E	0	2.0		3	11	14	32.0	48.29N	8.92E	10	3.4	18	0.9	STUTT GART	
23	2	56	52.3	36.64N	6.51E	0	4.0		3	19	45	14.2	48.32N	8.80E	20	3.0	18	1.0	STUTT GART	
23	13	46	31.5	43.73N	2.32E	0	2.7		3	21	3	11.8	48.28N	7.61E	10	1.6	6	0.1	STRASBOURG	
23	20	48	8.5	42.41N	2.35E	15	2.6		3	22	56	46.9	48.51N	7.76E	15	1.4	6	0.2	STRASBOURG	
25	2	43	9.7	44.48N	9.43E	0	3.1		4	0	30	48.8	48.24N	9.01E	5	2.8	14	0.7	STUTT GART	
25	18	38	26.6	46.05N	2.48E	0	1.8		4	5	10	23.3	47.00N	7.14E	IND	2.8	18	0.7	MULHOUSE	
26	11	51	43.2	44.48N	7.18E	25	3.0	3.2	4	6	41	6.5	48.31N	8.93E	10	3.2	3.3	25	1.0	STUTT GART
28	14	44	43.4	47.38N	8.72E	25	3.4		4	13	3	32.1	48.15N	8.75E	15	3.0	9	0.7	STUTT GART	
29	21	0	12.1	43.73N	3.29E	5	2.4		4	13	36	4.3	36.57N	3.43E	IND	4.2	14	0.6		
29	22	23	48.4	43.72N	3.30E	10	4.0	3.8	4	22	26	13.3	48.10N	8.93E	0	2.8	7	0.9	STUTT GART	
29	22	41	10.2	43.72N	3.23E	IND	1.8		5	0	1	4.3	48.05N	8.91E	0	2.8	7	0.7	STUTT GART	
29	23	40	48.1	43.72N	3.28E	5	2.4		5	0	49	46.7	48.26N	8.85E	20	3.3	3.5	20	0.9	STUTT GART
29	23	55	22.0	45.99N	2.99E	25	1.5		5	3	18	28.3	48.13N	8.95E	5	2.6	7	0.7	STUTT GART	
30	0	12	3.1	43.68N	3.28E	IND	1.8		5	4	30	30.1	42.86N	1.99E	10	2.4	8	0.5	FOIX	
30	0	58	45.5	43.70N	3.21E	IND	1.9		5	16	23	7.4	48.30N	8.69E	IND	2.8	6	0.4	STUTT GART	
30	10	45	21.2	45.30N	3.88E	IND	2.3		5	16	27	41.6	46.64N	2.67E	IND	1.9	10	0.8	MONTLUCON	
30	22	26	40.0	43.75N	3.30E	5	2.7		5	18	25	8.9	48.28N	8.86E	15	3.7	20	0.7	STUTT GART	
30	23	1	8.0	43.74N	3.30E	10	2.6		5	18	26	1.0	48.23N	8.98E	IND	3.3	8	1.0	STUTT GART	
31	6	9	38.7	47.56N	3.78E	IND	2.9		5	20	56	1.6	48.01N	8.81E	5	2.3	6	0.9	STUTT GART	
31	10	58	50.0	43.69N	3.46E	0	2.3		5	23	52	54.3	49.78N	0.63E	IND	2.4	5	0.3	ROUEN	
									6	21	44	28.6	48.20N	9.00E	IND	2.4	4	0.1	STUTT GART	
									7	16	20	4.0	44.15N	3.15E	IND	1.9	4	0.2	AURILLAC	
									8	11	21	19.3	43.73N	3.21E	IND	2.2	10	0.8	MONTPELLIER	
									8	13	53	53.7	44.11N	3.03E	5	2.6	14	0.6	AURILLAC	
									9	1	37	35.9	48.22N	8.99E	IND	2.5	5	0.1	STUTT GART	
									9	11	45	17.2	48.31N	9.00E	15	2.8	8	0.3	STUTT GART	
									9	14	20	32.5	49.92N	4.73E	10	2.8	18	0.4	SW CORNWALL	
									9	16	22	6.1	48.28N	3.10E	0	3.0	15	0.5	SAINT-BRIEUC	
									11	7	45	50.1	48.25N	6.59E	5	0.8	4	0.0	STRASBOURG	
									13	1	28	37.4	48.24N	7.55E	5	2.4	17	0.3	STRASBOURG	
									13	15	45	3.2	42.83N	1.69E	25	2.8	7	0.5	FOIX	
									13	16	55	52.0	48.45N	7.73E	0	2.0	5	0.1	STRASBOURG	
									15	0	16	45.8	48.33N	9.04E	10	2.6	8	0.5	STUTT GART	
									15	2	38	50.9	43.03N	0.57E	IND	2.9	12	0.5	PAU	
									15	13	16	27.7	48.29N	8.84E	20	3.1	13	0.6	STUTT GART	
									16	7	28	35.4	46.73N	1.60E	0	2.6	14	0.7	LA ROCHELLE	
									18	12	30	49.9	43.91N	17.13E	IND	4.1	12	1.1		
									18	14	23	24.0	50.02N	5.10E	0	2.6	8	0.4	BRUXELLES	
									18	18	14	34.0	43.43N	0.52E	10	4.0	4.1	43	0.7	PAU
									19	3	46	49.9	48.32N	8.89E	10	3.4	20	0.6	STUTT GART	
									19	12	56	5.8	45.29N	6.23E	0	3.3	24	1.1	ANNECY	
									19	14	52	42.5	61.80N	3.01E	IND	4.7	19	1.2		
									19	20	49	28.0	46.27N	1.76E	5	1.0	6	0.0	POITIERS	
									19	23	53	50.6	48.27N	8.92E	10	4.1	4.2	44	0.8	STUTT GART
									20	15	40	39.9	48.27N	4.17E	20	4.0	45	1.6	BREST	
									20	15	52	19.3	48.24N	4.13E	25	3.7	42	1.4	BREST	
									21	1	20	7.1	44.38N	7.50E	IND	2.7	6	0.2	GAP	
									21	2	54	43.7	45.75N	4.09E	20	2.7	17	1.4	E ATLANTIQUE	
									21	15	46	42.4	42.78N	1.74E	10	2.8	13	1.0	FOIX	
									21	16	30	41.9	43.06N	0.42E	IND	2.7	13	0.8	PAU	
									21	16	53	33.8	42.96N	0.45E	IND	2.6	10	0.4	LUZ	

HEURE OR		LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS											
HEURE OR		LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS	HEURE OR		LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS		
SEPT 78									OCT 78										
22	3 20 9.1	42.44N	2.79E	10	2.8		19	0.9	PERPIGNAN	7	9 36 55.3	48.63N	8.75E	10	3.6	41	1.3	STUTTART	
22	11 22 39.2	44.30N	7.60E	IND	2.6		6	0.2	GAP	7	10 59 34.9	46.59N	2.76E	IND	1.4	12	0.4	MONTLUCON	
22	15 45 15.4	42.83N	1.91E	10	2.7		14	1.4	FOIX	7	11 24 26.9	45.21N	6.37E	IND	2.5	15	1.0	ANNECY	
23	1 56 38.6	36.02N	6.73W	40	4.2		17	0.8		7	13 30 9.8	50.23N	6.60F	0	2.9	20	0.8	BONN	
23	1 58 3.7	43.37N	2.71W	0	2.6		15	1.3	BILBAO	7	19 43 28.4	48.20N	9.10E	0	2.4	7	0.9	STUTTART	
23	4 51 32.4	43.10N	2.23W	0	3.7		45	0.9	RILBAO	7	20 46 21.1	44.86N	6.90E	IND	2.1	6	0.3	GAP	
23	15 42 22.5	42.82N	1.80E	15	2.4		11	1.0	FOIX	8	1 10 38.5	44.75N	7.25E	30	2.7	10	0.3	GAP	
23	18 51 38.7	46.17N	2.66E	5	0.7		4	0.1	MONTLUCON	8	6 42 9.9	44.95N	6.37E	IND	2.5	6	0.8	GAP	
23	20 47 23.5	43.82N	7.41E	0	1.5		6	0.2	NICE	8	17 42 23.5	48.21N	8.91F	20	2.6	9	0.3	STUTTART	
24	6 6 59.8	44.41N	6.53E	IND	1.9		6	0.7	GAP	8	22 46 51.7	42.88N	6.83F	IND	1.9	6	0.1	S NICE	
24	7 34 39.4	45.65N	1.30W	0	2.4		21	0.8	ROCHEFORT	9	5 45 28.7	48.47N	7.83E	0	1.6	6	0.1	STRASBOURG	
25	0 8 0.2	45.99N	2.91E	5	1.2		9	1.0	CLERMONT-FD	9	6 43 31.2	46.52N	2.93E	5	2.3	23	0.4	MONTLUCON	
25	5 53 5.5	44.20N	10.88E	IND	2.8		7	0.5	BOLOGNA	9	8 51 18.0	44.17N	7.65E	IND	2.9	6	0.3	GAP	
25	8 24 57.8	48.38N	8.93F	5	3.4		32	1.1	STUTTART	9	16 27 11.1	47.02N	0.21E	5	2.7	27	0.9	TOURS	
25	15 39 24.2	44.47N	7.73F	IND	2.7		6	0.2	GAP	10	13 3 48.7	48.40N	8.90F	5	3.4	27	1.1	STUTTART	
26	2 54 27.0	48.37N	8.88E	20	2.8		14	0.6	STUTTART	10	21 49 52.7	48.34N	9.06E	5	2.5	9	0.6	STUTTART	
26	9 11 40.4	44.16N	7.85E	IND	2.2		6	0.5	GAP	12	21 2 0.7	42.18N	7.45W	IND	3.6	25	1.9		
27	0 23 53.4	46.91N	9.39F	0	3.1		35	0.9	LOCARNO	13	2 28 36.0	48.32N	9.06E	10	2.6	11	0.2	STUTTART	
27	12 42 6.9	48.41N	9.00E	15	2.8		7	0.4	STUTTART	13	13 41 50.6	47.05N	0.36W	IND	2.2	11	0.4	NANTES	
28	0 19 27.5	46.51N	1.40E	5	1.7		12	0.5	POITIERS	13	15 21 18.3	48.18N	5.70W	IND	3.1	20	1.9	BREST	
28	9 27 53.1	48.39N	8.84F	IND	2.6		5	0.5	STUTTART	14	8 54 13.4	48.45N	3.99W	U	2.8	12	0.7	SAINT-BRIEUC	
28	16 27 54.8	49.59N	8.61E	30	2.2		6	1.0	MANNHEIM	14	19 54 18.5	42.71N	0.57E	0	2.9	22	1.3	FOIX	
29	1 29 30.6	44.28N	7.34E	10	2.9		32	0.9	GAP	15	1 39 43.6	44.30N	6.48E	IND	2.2	6	0.2	GAP	
29	1 42 28.4	48.32N	8.94F	10	3.1		27	0.6	STUTTART	17	2 25 44.0	44.44N	8.54E	IND	2.6	6	0.2	GENOVA	
29	9 53 26.5	48.73N	8.90E	IND	2.5		6	0.5	STUTTART	17	11 41 26.3	47.07N	0.09W	0	2.4	17	0.7	NANTES	
29	15 53 4.7	48.30N	8.93F	10	3.2		26	0.6	STUTTART	17	13 16 12.9	47.15N	0.29W	0	3.0	33	1.3	NANTES	
30	18 55 50.0	44.35N	9.80E	5	3.3		27	1.2	GENOVA	18	16 49 14.5	46.89N	7.16E	25	3.4	3.3	21	1.1	THONN
OCT 78										18	18 53 30.6	48.30N	8.97F	15	2.9	13	0.3	STUTTART	
1	1 21 11.8	48.36N	9.02E	15	2.7		8	0.5	STUTTART	20	12 28 12.6	50.12N	5.32E	10	2.9	12	0.6	BRUXELLES	
1	1 29 47.1	48.30N	8.99E	15	2.5		7	0.5	STUTTART	20	13 19 19.9	43.49N	9.80F	IND	3.1	7	0.4	GOLFO GENOVA	
1	10 32 24.3	44.31N	9.65F	0	3.0		11	0.9	GENOVA	20	21 7 32.1	48.27N	8.95E	20	2.9	11	0.3	STUTTART	
1	10 36 17.1	44.31N	9.90E	25	3.0		20	1.0	GENOVA	21	0 4 50.4	43.96N	10.53E	25	3.4	19	0.9	FIRENZE	
1	15 17 13.7	48.20N	9.04E	10	2.6		7	0.4	STUTTART	22	4 8 1.6	42.44N	2.50E	IND	2.5	7	0.5	PERPIGNAN	
1	16 10 18.9	48.25N	9.08E	10	2.6		7	0.1	STUTTART	22	8 39 58.0	43.59N	13.73F	IND	3.6	17	0.5		
1	17 1 14.9	43.90N	7.47E	0	2.1		6	0.3	NICE	22	14 24 18.7	47.21N	0.47W	25	2.8	12	0.4	NANTES	
1	20 11 35.5	44.20N	7.44F	IND	1.8		6	0.2	GAP	24	3 30 23.3	43.89N	11.54E	25	3.1	14	0.8	FIRENZE	
1	22 35 40.4	46.38N	1.66E	15	1.7		9	0.3	POITIERS	24	3 34 3.4	47.65N	3.82W	IND	2.9	12	0.7	LORIFNT	
2	11 1 36.4	48.29N	8.92E	IND	2.5		6	0.8	STUTTART	25	0 49 24.3	43.28N	2.41E	IND	2.3	7	0.4	MONTPELLIER	
2	12 17 4.2	46.65N	1.91W	IND	2.4		12	0.9	LA ROCHELLE	25	17 6 57.0	47.07N	0.33W	15	2.1	10	0.5	NANTES	
2	12 41 30.1	44.59N	9.55E	0	3.0		19	1.1	GENOVA	26	2 49 8.1	47.54N	7.58E	20	3.2	3.4	26	0.9	MULHOUSE
3	1 51 40.7	41.42N	1.30E	IND	2.7		10	1.9	LERIDA	26	20 30 29.3	44.22N	7.43F	IND	3.0	6	0.1	GAP	
3	23 3 19.6	48.23N	9.03F	IND	2.5		7	0.1	STUTTART	27	2 46 5.0	44.29N	7.36E	IND	3.1	3.0	6	0.1	GAP
5	0 52 7.3	44.48N	6.20F	25	2.8		8	0.7	GAP	27	7 32 45.5	44.18N	7.53E	IND	2.9	6	0.1	GAP	
5	16 35 34.7	45.29N	6.22E	0	2.9		28	1.3	ANNECY	27	14 56 56.1	44.23N	7.43E	IND	3.1	6	0.0	GAP	
5	17 51 46.8	43.74N	12.96E	IND	3.3		12	1.3		29	17 15 45.6	45.18N	1.30W	0	3.1	28	0.8	ROCHEFORT	
5	18 34 23.1	45.27N	6.17E	IND	2.5		15	1.4	ANNECY	29	22 19 3.4	42.60N	0.97F	0	3.2	25	1.0	FOIX	
6	0 45 39.6	44.41N	7.27E	IND	2.1		6	0.3	GAP	NOV 78									
6	2 28 44.0	46.75N	5.77E	IND	2.3		11	0.3	CHALON/SAONE	1	10 50 24.3	48.65N	9.61E	IND	3.0	9	0.3	STUTTART	
6	14 24 52.1	44.50N	9.68E	0	3.1		26	0.9	GENOVA	1	23 3 59.3	46.80N	0.86E	IND	2.3	16	0.6	POITIERS	
6	14 34 13.3	48.52N	8.82E	10	3.4		35	1.0	STUTTART	2	2 16 15.5	46.02N	2.86E	IND	2.1	20	0.8	MONTLUCON	
6	18 6 21.1	46.61N	2.78E	0	1.6		16	0.6	MONTLUCON	2	3 35 49.2	46.81N	0.88E	IND	2.3	22	0.7	POITIERS	
7	9 27 24.8	48.37N	9.00E	10	2.9		15	0.3	STUTTART	3	6 37 59.5	42.75N	2.68E	5	4.3	3.9	62	1.1	PERPIGNAN





HEURE OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS		HEURE OR	LAT	LONG	PRO	ML	MD	NB	RMS			
MARS 79									AVR 79										
5	19 41	43.2	45.96N	2.81E	IND	2.0	0.4	CLERMONT-FD	5	15 38	9.7	45.80N	1.31E	0	2.6	24	0.7	LIMOGES	
5	20 1	5.4	45.30N	6.45E	0	3.2	1.1	ANNECY	8	4 22	38.5	42.26N	1.87E	0	3.0	12	0.9	FOIX	
6	13 45	32.5	45.11N	1.36E	0	2.2	1.7	LIMOGES	9	2 10	23.4	42.25N	19.21E	IND	4.9	28	1.3		
6	15 30	33.2	44.44N	7.07E	0	2.9	1.3	GAP	9	14 56	37.2	44.29N	7.33E	IND	3.0	6	0.1	GAP	
6	17 1	41.4	45.36N	2.58E	IND	2.5	1.6	CLERMONT-FD	11	3 20	50.3	46.10N	5.73E	IND	2.3	10	0.8	CHALON/SAONE	
8	17 23	26.0	44.54N	3.22E	0	2.7	3.0	AURILLAC	11	11 54	0.2	47.55N	3.03W	25	3.1	13	0.3	LORIENT	
10	5 7	53.2	46.85N	0.31E	0	3.1	3.7	POITIERS	11	14 8	34.9	45.99N	4.59E	25	2.7	12	0.2	LYON	
10	6 28	55.7	42.83N	0.90E	10	2.7	9	FOIX	11	14 11	36.2	46.00N	4.64E	IND	2.2	10	0.4	CHALON/SAONE	
10	13 10	56.8	48.10N	8.35E	IND	1.8	11	STUTTART	11	17 19	39.9	45.60N	3.18E	IND	2.1	14	0.4	CLERMONT-FD	
10	19 16	3.7	44.73N	7.28E	0	3.3	3.1	GAP	11	17 35	48.9	46.00N	2.86E	IND	2.0	11	0.3	CLERMONT-FD	
10	23 18	21.4	44.09N	7.65E	25	3.0	3.0	GAP	12	17 41	40.6	47.01N	5.39E	IND	2.1	7	0.5	DIJON	
12	17 7	41.7	48.16N	6.93E	0	0.9	5	STRASBOURG	12	18 4	44.5	47.44N	5.03E	IND	2.1	10	0.8	DIJON	
12	17 47	1.9	45.30N	1.82E	5	2.6	15	LIMOGES	13	18 44	26.5	46.67N	0.15W	0	2.7	27	0.6	LA ROCHELLE	
13	9 51	45.5	45.84N	4.46E	15	2.7	13	LYON	15	6 19	25.4	41.90N	21.00E	0	6.8	6.7	34	1.9	
13	10 30	40.6	47.96N	7.21E	0	0.9	6	MULHOUSE	15	6 31	13.5	42.09N	18.53E	IND	4.9	15	0.8		
13	19 48	24.5	43.95N	7.92E	5	3.2	3.2	NICE	15	8 8	41.1	42.18N	18.89E	IND	4.4	14	1.2		
14	1 10	6.9	46.91N	6.86E	0	3.1	34	THONON	15	8 13	18.9	42.27N	19.18E	IND	4.5	15	0.7		
15	16 59	56.2	43.16N	5.94E	0	1.7	6	MARSEILLE	15	10 25	24.9	41.92N	19.53E	IND	4.9	19	1.0		
15	17 16	40.8	50.32N	5.49E	0	3.1	19	BRUXELLES	15	13 24	32.9	42.61N	19.12E	IND	4.3	14	0.9		
15	23 30	46.6	44.99N	7.35E	0	3.2	27	GAP	15	14 2	52.1	42.58N	19.38E	IND	4.5	16	0.7		
16	11 20	5.2	43.42N	6.88E	5	1.6	6	NICE	15	14 11	9.5	42.73N	19.49E	IND	4.4	15	1.0		
16	23 53	49.6	42.50N	2.70E	0	3.0	22	PERPIGNAN	15	14 43	5.8	42.53N	19.17E	IND	5.0	34	1.4		
17	2 2	42.5	45.66N	2.66E	IND	1.7	8	CLERMONT-FD	15	15 24	32.2	43.05N	18.02E	IND	4.4	17	1.6		
17	11 2	5.2	45.20N	4.08E	IND	2.6	13	LYON	16	0 3	57.8	46.30N	12.95E	IND	3.6	12	0.8		
18	6 10	54.8	42.60N	0.79E	IND	2.9	10	FOIX	16	10 4	40.2	42.37N	19.61E	IND	4.9	26	1.6		
18	12 27	34.3	44.27N	10.64E	IND	3.4	12	BOLOGNA	16	12 27	12.1	44.62N	5.28E	10	4.3	4.2	60	1.4	VALENCE
19	1 22	34.1	46.17N	1.57E	5	1.0	5	POITIERS	16	14 30	57.2	42.21N	18.91E	IND	4.3	16	1.5		
19	16 17	25.6	42.53N	2.73E	0	2.4	13	PERPIGNAN	16	18 30	19.4	49.13N	0.52E	5	2.6	13	0.6	ROUEN	
20	21 53	45.6	36.42N	4.08W	0	4.3	18		16	23 0	30.9	42.04N	19.38E	IND	4.3	17	0.8		
21	10 51	8.8	44.65N	4.75E	0	2.9	27	VALENCE	17	5 39	58.9	42.60N	18.88E	IND	4.8	38	1.2		
22	15 39	27.4	44.36N	10.02E	IND	3.2	7	BOLOGNA	18	0 48	47.8	45.38N	14.40E	IND	3.8	20	0.6		
22	15 54	22.8	44.27N	10.11E	IND	3.8	4.0	BOLOGNA	18	3 50	8.8	41.84N	18.91E	IND	4.4	16	1.2		
22	16 40	25.4	43.70N	6.96E	0	1.6	5	NICE	18	15 19	17.8	46.29N	13.68E	IND	5.2	4.6	32	1.0	
23	2 25	34.4	46.41N	1.85E	15	0.8	5	POITIERS	18	15 35	8.7	50.06N	5.14E	0	2.9	20	1.0	BRUXELLES	
23	7 10	1.5	44.26N	10.11E	IND	3.7	3.3	BOLOGNA	18	17 0	41.6	44.64N	2.96E	0	2.8	27	0.9	AURILLAC	
23	7 14	1.1	44.31N	9.92E	IND	3.2	8	GENOVA	18	19 51	14.4	42.10N	19.25E	IND	4.5	20	0.9		
23	19 50	54.3	46.54N	2.15E	5	2.4	23	MONTLUCON	18	20 47	25.7	46.19N	1.47E	0	2.7	28	0.5	POITIERS	
23	23 13	59.4	48.77N	0.55W	5	1.2	8	RENNES	19	0 17	38.5	42.92N	19.18E	IND	4.7	18	1.5		
24	0 28	34.4	46.42N	1.86E	0	0.5	6	POITIERS	19	1 19	8.1	45.62N	2.53E	IND	1.5	7	0.5	CLERMONT-FD	
24	1 4	23.8	46.45N	1.85E	0	1.0	6	POITIERS	19	4 40	7.0	45.71N	10.40E	0	3.3	20	0.6	VERONA	
25	2 37	44.5	42.90N	0.60E	0	3.1	16	FOIX	19	5 7	59.5	43.04N	0.01W	0	3.0	16	0.5	PAU	
25	5 22	43.9	47.19N	0.88W	5	2.4	9	NANTES	19	7 7	6.5	41.95N	19.21E	IND	4.2	13	1.1		
26	17 13	38.5	47.01N	0.59E	IND	2.7	27	TOURS	20	6 31	46.1	48.39N	7.64E	25	1.7	6	0.2	STRASBOURG	
27	3 0	2.6	42.32N	9.33E	35	3.4	8	BASTIA	20	11 6	47.1	43.05N	6.07E	10	2.9	7	0.4	NICE	
31	21 33	50.5	42.73N	1.15E	0	2.8	14	FOIX	20	19 40	47.1	43.41N	0.59W	0	3.0	13	0.8	PAU	
AVR 79									21	2 38	8.1	42.18N	19.14E	IND	4.5	19	0.9		
									21	4 33	2.8	41.82N	19.32E	IND	4.4	12	1.0		
									21	4 54	38.6	41.63N	19.12E	IND	4.3	11	0.9		
									22	6 32	16.9	42.02N	19.16E	IND	4.5	16	1.4		
									22	18 29	56.2	45.60N	11.01E	IND	3.0	11	0.3	VERONA	
									23	10 7	23.6	46.12N	2.58E	15	1.2	6	0.3	MONTLUCON	











ACHEVÉ D'IMPRIMER  
DANS LES ATELIERS  
DE L'IMPRIMERIE ICAM  
STRASBOURG

DÉCEMBRE 1984

dépôt légal 4<sup>e</sup> trim. 1984