

Le récent séisme des Pyrénées

Premier séisme français bien documenté dans une région sismique, son mécanisme est élucidé.

Le 18 février 1996, à 02h45, un fort séisme secouait la partie orientale des Pyrénées. Ce séisme, localisé à proximité de Saint-Paul de Fenouillet (Pyrénées-Orientales), fut ressenti jusqu'à Perpignan, Carcassonne, Millau, Toulouse et Foix, ainsi qu'en Catalogne espagnole jusqu'à Barcelone. D'une magnitude de 5,5 sur l'échelle de Richter, il est le plus violent qu'ait connu la France depuis le séisme béarnais du 13 août 1967, qui détruisit en grande partie le village d'Arette. Les dégâts du séisme

de février furent heureusement plus limités, mais de nombreux phénomènes secondaires, tels que des émanations gazeuses, la réactivation de sources taries, l'élévation de température des eaux thermales, attestent de l'importance tectonique de cet événement.

Un des intérêts de cet événement est qu'il est, le premier séisme de cette importance qui soit bien instrumenté en métropole. En effet, un réseau sismologique est installé dans la partie orientale de la chaîne pyrénéenne depuis seulement

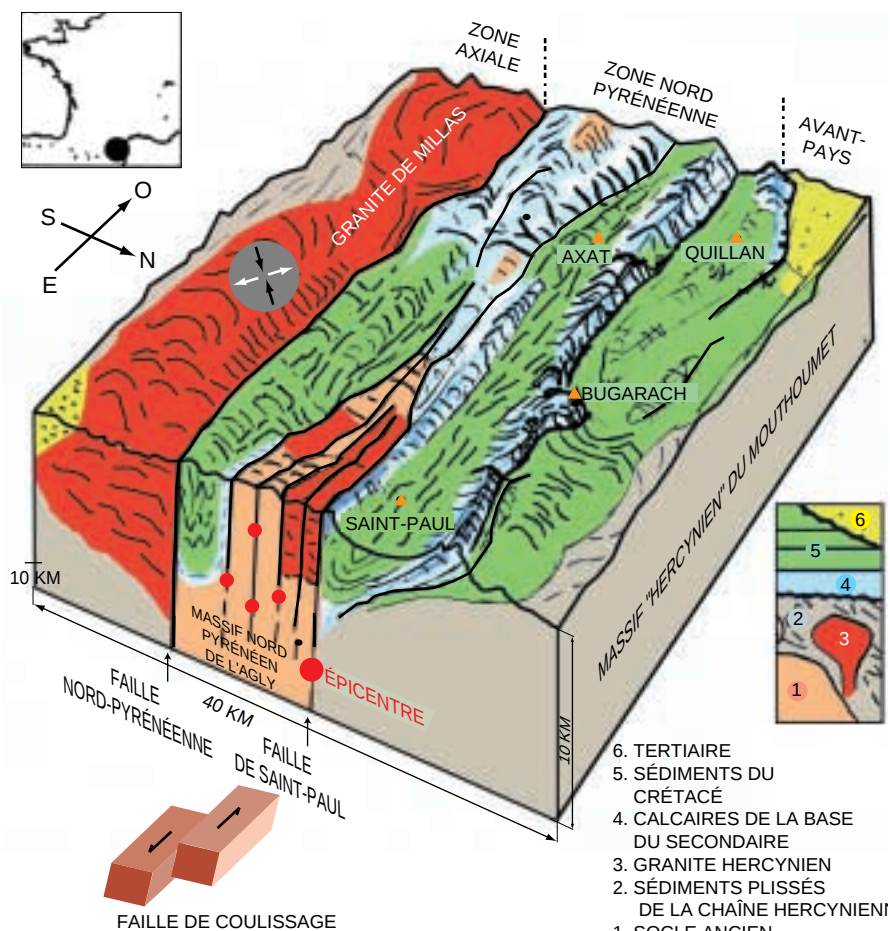
sept ans, sous la responsabilité de l'Observatoire Midi-Pyrénées à Toulouse, et un réseau similaire couvre le versant Sud de la chaîne en Catalogne espagnole, sous la responsabilité du Servei Geològic de Catalunya à Barcelone. Les données de ces réseaux sont transmises en temps peu différé à Toulouse et Barcelone par l'intermédiaire du satellite *Météosat*. Sept stations de ces deux réseaux permanents sont situées à moins de 60 kilomètres de l'épicentre, ce qui a permis de déterminer très vite les coordonnées précises du foyer : latitude de 42°47.4' Nord, longitude de 2°32.3' Est, ce qui le situe à environ six kilomètres à l'Est de Saint-Paul de Fenouillet (voir la figure 2).

Il est donc situé en bordure Nord du massif de l'Agly, probablement au contact d'un massif granitique avec les structures calcaires marquant la limite Sud des Corbières. Il n'a donc pas *a priori* de relation directe avec la faille Nord pyrénéenne, située plus au Sud : cette faille s'étend d'Est en Ouest le long de toute la chaîne des Pyrénées et marque la limite entre les plaques Ibérie et Eurasie, en collision depuis 65 millions d'années. La profondeur du foyer, voisine de dix kilomètres, est relativement grande, ce qui explique que les dégâts soient moins catastrophiques que ce que l'on peut redouter pour une magnitude de 5,5.

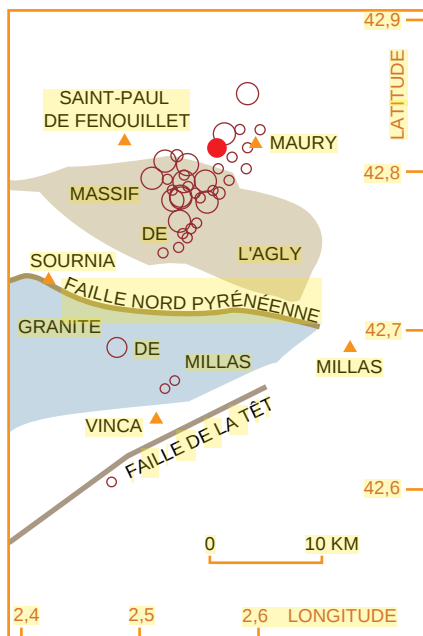
LE MÉCANISME DU SÉISME

Le réseau sismologique permanent a également permis de déterminer le mécanisme à l'origine du séisme. Un séisme est dû à une rupture locale de l'écorce terrestre, avec un déplacement de deux blocs l'un par rapport à l'autre de chaque côté d'une faille. C'est le relâchement brutal des contraintes accumulées au cours des années ou des siècles sur la faille qui est à l'origine de la rupture. Lorsque le foyer est superficiel, la faille est en général visible en surface, et il est souvent possible de mesurer sur le terrain les déplacements qui se sont produits sur le plan de faille : déplacements verticaux, ou latéraux, ou une combinaison des deux.

Le séisme de Saint-Paul, relativement profond, n'a laissé aucune trace du déplacement de la faille en surface. Toutefois, en analysant le sens de la première oscillation observée sur les enregistrements sismologiques, il est en principe possible de trouver l'orientation du plan de faille en profondeur, et la direction du mouvement le long de ce plan. En pratique, le problème est un peu plus complexe, car ce type d'analyse donne deux plans de faille possibles, perpendiculaires l'un à l'autre, entre lesquels il est parfois bien difficile de choisir. Ce sont souvent des



1. Bloc-diagramme de la région de Saint-Paul de Fenouillet avec les positions de l'épicentre et de quelques répliques. Lors de sa formation, la chaîne a été affectée par des chevauchements qui se sont avancés vers le Nord et par des failles de coulissage. Le séisme a probablement fait rejouer en profondeur la belle faille de coulissage au Sud de Saint-Paul. On a schématisé par des flèches le champ de contraintes déduit du mécanisme au foyer.



2. Foyers du séisme et ses répliques.

considérations géologiques qui permettent le choix. Dans le cas de Saint-Paul de Fenouillet, le plan de faille est quasi-vertical, orienté Est-Ouest, et le mouvement sur le plan est un glissement latéral : le massif de l'Agly a tendance à être éjecté vers l'Est par rapport aux structures qui sont immédiatement au Nord (voir la figure 1). Ici, il n'y a pas d'ambiguïté sur le plan de faille, car le contexte géologique est particulièrement bien connu. La région est d'ailleurs un lieu de prédilection pour les excursions géologiques !

Grâce à la localisation assez précise du foyer (à un kilomètre près) et à une très bonne organisation de la sismologie française, dotée de réseaux sismologiques portables et habituée aux interventions rapides, il a été possible d'installer, dès le soir du séisme, des stations temporaires (25 environ) entourant l'épicentre du choc principal, pour l'enregistrement des répliques. C'est en effet dans les heures ou les jours qui suivent immédiatement un séisme que les répliques sont les plus nombreuses et les plus fortes. Dans le premier mois suivant le choc principal, environ 400 répliques ont été enregistrées par les équipes françaises et catalanes.

L'intérêt des répliques est multiple. Elles permettent notamment d'estimer comment les contraintes achèvent de se relâcher dans la région du séisme : les répliques correspondent généralement à des réajustements locaux sur une partie de la faille, ou en bout de faille, ou sur des failles voisines. Leur cartographie révèle parfois des failles inconnues.

À Saint-Paul, les répliques les plus fortes ne sont pas situées sur le même

plan de faille que le séisme principal. Elles s'alignent vers le Sud suivant un axe Nord-Sud jusqu'à la bordure Nord du massif de l'Agly et correspondent vraisemblablement au rejou de grandes failles verticales d'orientation Est-Ouest, bien identifiées dans ce massif. Le mouvement de glissement latéral, lié au choc principal sur la faille la plus au Nord, serait donc suivi d'une série de mouvements latéraux des autres failles de l'Agly.

Plus au Sud encore, lorsqu'on franchit la faille Nord pyrénéenne et que l'on arrive dans le massif granitique du Millas, on trouve encore l'écho des séismes induits par le choc principal, mais ces séismes sont tous profonds (à environ 15 kilomètres de profondeur), et de magnitudes plus faibles. Ils ne sont plus sur des failles identifiées et correspondent vraisemblablement à un découplage entre croûte supérieure et croûte inférieure faites de matériaux différents. Une telle distribution des répliques n'est pas commune, seule une modélisation mécanique permettra de comprendre pourquoi tous ces séismes sont alignés les uns par rapport aux autres.

Peut-on craindre d'autres séismes dans le futur ? Répondre par la négative serait se voiler la face : la sismicité historique de la France, qui porte sur les cinq derniers siècles, nous apprend qu'il y a, sur le territoire national, environ quatre à cinq séismes de magnitude égale ou supérieure à cinq chaque siècle. Pour la région de Saint-Paul de Fenouillet, les archives renseignent sur l'occurrence de forts séismes, sans doute comparables au dernier séisme, en 1755 et 1838, et plus récemment en 1920 et 1922.

Le plus gros séisme pyrénéen connu s'est produit à 50 kilomètres au Sud de St Paul, en Catalogne espagnole, le 2 février 1428 et sa magnitude entre 6 et 7, était comparable à celle du récent séisme de Kobé. On a tort de l'oublier car les gros séismes se répètent souvent avec une récurrence, de l'ordre de quelques siècles, que l'on peut parfois estimer, et avec une localisation changeante que l'on cherche à prévoir. Le risque sismique dans la région reste faible mais réel, et il ne serait pas inutile que les villes de la partie orientale des Pyrénées en prennent conscience.

Il y a une dizaine d'années, des études ont été consacrées à ce séisme historique, mais elles ont conduit à des interprétations divergentes, que le séisme actuel pourra lever, affinant en même temps les prévisions sismiques.

A. SOURIAU et A. RIGO, CNRS-Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse
C. OLIVERA, Servei Geològic de Catalunya, Barcelone
M. MATTAUER, Université de Montpellier

France Culture et Pour la Science

**vous invitent
au Palais
de la Découverte
à l'enregistrement
de leur
nouvelle émission**

les Inattendus de la Science

Samedi 8 juin - 15h

le transistor

avec Pierre Aigrain
de l'Académie des Sciences

Samedi 22 juin - 15h

le zéro

avec Christian Houzel,
mathématicien

**Invitations à demander
au 36 68 10 99 (2,23F/mn)**



Palais de la découverte

**POUR LA
SCIENCE**