

Pascal BERNARD
Sismologue, Physicien CNAP
Institut de Physique du Globe de Paris

“Imperceptiblement, au rythme millénaire des plaques à la dérive, la Terre se tend. Et cède, seuil critique atteint, sur une faille ancienne d’un coup réactivée. Séisme frappant au hasard, imprévisible? Voilà notre défi. Focalisés sur ces signaux ténus sourdant des tréfonds, prémises incertaines d’une rupture fulgurante, il nous faut préciser et réduire le champ des possibles. Mais aussi garder la vision large, pour cerner cette imbrication des myriades de failles sur de vastes échelles de temps et d’espace, dynamique échappant au chaos en s’organisant sur le temps long: élevant les montagnes et creusant les abysses! Une “criticalité auto-organisée”, souvent à l’oeuvre dans les systèmes complexes de la Nature, sociétés humaines incluses”

P. Bernard, in CinéMo’ helléniste & ligérien, Ed. Maison calmusséenne, 2023

un peu de **lecture** :

- pour le **grand public**: **P. Bernard**, [Pourquoi la terre tremble](#), Editions BELIN, 2017
- pour les **chercheurs**, voir mes principales **publications**

Mes recherches actuelles portent sur **l’observation, l’analyse et la modélisation des couplages mécaniques entre les divers processus sismiques et asismiques au sein des systèmes de failles**. Elles n’ont pu se développer que par une **forte collaborations** avec de nombreux chercheurs, et grâce au travail exploratoire de nombreux étudiants en thèse.

Mes intérêts scientifiques en sismogénèse observationnelle:

- le rayonnement sismique à haute fréquence des failles lors de leur rupture
- les instabilités lentes et transitoires de déformation au sein de la croûte terrestre :
 - glissements sur failles, diffusion de pression de fluide, essaims de petits séismes,...
- les précurseurs sismiques, cas très particulier de ces “transitoires” crustaux

Mes principaux chantiers de terrain:

- L’observatoire de failles du Rift de Corinth en Grèce
- L’observatoire de la subduction du Nord-Chili
- Les observatoires de la subduction antillaise
- Quelques volcans (Stromboli, Soufrière de Guadeloupe, ...)

Mes développements instrumentaux

- Recherche et développement en instrumentation géophysique optique, avec l’ESEO, pour des installations de capteurs en bout de fibre et en environnement difficile.

micro-CV:

1978: Ecole Normale Supérieure (ENS) de Saint-Cloud, Physique

1979: Maîtrise de Physique, Université Paris 6

1980: DEA de Géophysique Interne, Université Paris 6

1981: Agrégation de Physique

1983: Thèse de 3ème Cycle, Université Paris 6, Sismologie

1985: Physicien-Adjoint IPGP

1987: Doctorat d'Etat, Université Paris 6, Sismologie

2005: Physicien IPGP

Le cadre principal de mes recherches et leurs motivations

Des mouvements forts aux mouvement faibles

Mes premières recherches ont débuté par l'observation, l'analyse et la modélisation des **ondes sismiques émises par les failles** lors de leur soudaine rupture, en particulier pour les **grands séismes**, mettant en évidence des lois statistiques simples de ce rayonnement dans une très large gamme de fréquence, résultant de la structure complexe et fragmentée des failles et fractures, du mètre à la centaine de kilomètres. Des lois pouvant alimenter les codes de calcul de **mouvement fort** pour les **applications en ingénierie parasismique**.

Puis dans les années 1990, afin de mieux cerner les **processus conduisant aux grands séismes**, j'ai contribué à initier les recherches observationnelles sur le **cycle sismique** en particulier dans la région la plus active du bassin méditerranéen: le **golfe de Corinthe**, un rift en ouverture rapide, à plus d'un cm par an, avec plusieurs séismes destructeurs par siècle, le dernier datant de 1995.

Dans cette même décennie, de nombreuses publications d'observation de **précurseurs** précédant parfois les grands séismes, tels des essaims de petits séismes, des déformations du sol, des perturbations des eaux souterraines, ou des signaux électromagnétiques, ont déclenché de fortes controverses liées à la **prédictibilité des séismes**, et m'ont fortement motivé à m'y plonger. J'ai pris le point de vue, très marginal à l'époque, d'étudier – et donc d'abord d'observer – les petites et grandes instabilités de la croûte terrestre: les séismes et leurs précurseurs, bien sûr, mais aussi et surtout ce que l'on nomme maintenant les **déformations transitoires lentes** – au sein dequels les précurseurs peuvent être vus comme une sous-classe particulière. Avec,

dans un deuxième temps, la question scientifique majeure à la clé: **peut-on trouver des caractéristiques spécifiques aux transitoires qui a posteriori s'avèrent être des précurseurs?**

Détecter et comprendre les déformations transitoires de la croûte terrestre

Ces processus transitoires de déformation peuvent être expliqués par plusieurs mécanismes, non exclusifs les uns des autres : en sus des simples effets de **“cascade” sismique** sur des systèmes de failles, où les séismes se déclenchent mécaniquement de proche en proche comme par un effet domino, deux mécanismes de base, bien plus difficilement détectables, sont à l’oeuvre: **des glissement lents sur la surface des failles, et des circulations d’eau sous pression dans les zone fracturées.** Dans ce contexte, le Golfe de Corinthe et le Nord du Chili, en particulier, me sont apparus comme des régions sismogènes propices à l’observation et à la compréhension de ces phénomènes transitoires, a priori bien plus fréquents que les précurseurs des rares grand séismes. Des observatoires multiparamètres y ont alors été mis en place progressivement, incluant des sismomètres pour détecter les microséismes, et des capteurs géodésiques: des stations GPS, et, pour **détecter des signaux les plus faibles, des extensomètres et des inclinomètres.**

Gagner en capacité d’observation de ces processus transitoires de faible énergie par une instrumentation adéquate m’est aussi apparu nécessaire, pour compléter enrichir les réseaux standards. La nécessaire installation de capteurs sismologiques et de déformation au plus près des cibles d’intérêt, souvent dans des conditions difficiles, en fond de mer, ou en forage profond, m’ont conduit à initier le développement d’une **instrumentation géophysique innovante** basés sur des mesures d’**interférométrie optique** en terminaison de longue fibres plurikilométriques, réalisée avec succès par une collaboration étroite avec des ingénieurs de l’ENS et de l’ESEO.

Enfin, depuis quelques années, je me suis intéressé de plus près aux **volcans**, leur activité produisant une **grande variété de signaux sismiques et de transitoires de déformations**, en particulier **précurseurs** des éruptions: les outils développés pour l’activité des failles,

méthodes d'analyse et **instruments optiques**, apparaissent très utiles, appliqués sur La Soufrière de Guadeloupe, le Stromboli, et bientôt le tout récent Fani Maoré au large de Mayotte.