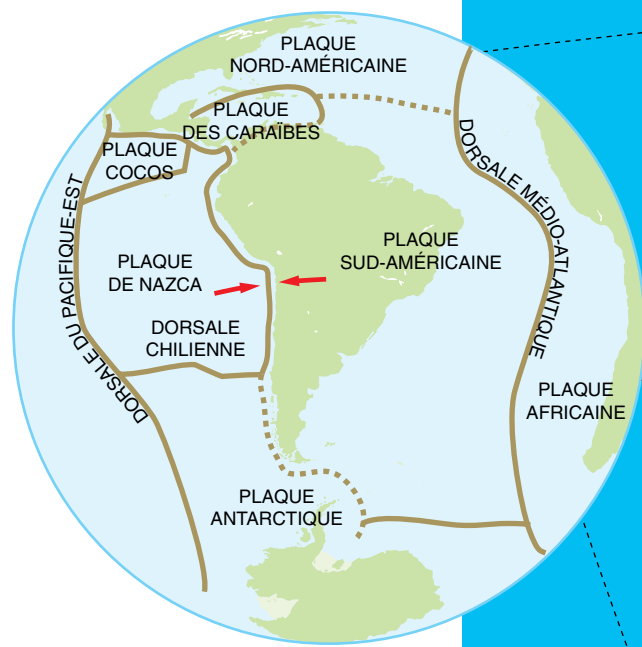


Mariannes : la subduction de la plaque Pacifique sous la plaque des Philippines s'y déroule lentement (moins de deux centimètres par an) et avec un faible frottement. Les séismes, fréquents, n'y dépassent pas une magnitude de sept.

L'étude de la carte des séismes qui se sont produits depuis le siècle dernier sur cette côte (voir la figure 1) indique que le prochain grand séisme dans la région sera une répétition de celui de 1868 au Pérou ou de celui de 1877 au Chili. Ce sont les plus anciennes «lacunes sismiques» (zones de calme relatif de toute la côte ; en outre, les deux plaques se sont rapprochées de 13 mètres depuis le séisme de 1868 (12 mètres depuis le séisme de 1877) et les glissements correspondants, sur la même largeur qu'au siècle dernier, produirait un séisme de magnitude neuf. Les conditions sont donc mûres pour le déclenchement de l'un des plus grands séismes du siècle.

Pour connaître la place de ces séismes géants dans l'histoire sismique de la région et, un jour, en observer un «en direct», nous étudions, depuis 1988, la sismicité dans la région touchée par le séisme de 1877. Nous avons enregistré la sismicité ambiante à son extrémité Sud, autour de la ville d'Antofagasta, d'abord avec un réseau temporaire de mesure, ensuite, depuis



1. LA CÔTE OUEST DE L'AMÉRIQUE DU SUD est l'une des régions du monde où se produisent les plus grands séismes (on a porté en rouge, sous chaque année, la magnitude). D'ici une dizaine d'années, on assistera à la répétition du tremblement de terre de 1868 au Sud du Pérou ou de celui de 1877 au Nord du Chili (zones en rouge sur la carte). Les séismes plus petits qui ont eu lieu en 1995 au Chili et en 1996 au Pérou (zones oranges) autour de ces zones indiquent que

l'écorce terrestre est tout près d'y rompre. Cette activité sismique résulte du mouvement convergent de deux plaques tectoniques (en bas, à gauche, les limites des plaques sont schématisées en marron) : la plaque océanique de Nazca, qui prend naissance sur la dorsale du Pacifique Est, plonge sous la plaque Sud-américaine, qui se forme sur la dorsale médio-atlantique. Un fort frottement entre les deux plaques bloque le mouvement, qui ne se produit que par à-coups.



2. LE DÉFERLEMENT D'UNE VAGUE assez puissante pour déplacer deux navires de guerre, ancrés dans le port d'Arica, à près de quatre kilomètres sur le continent (*en haut, à gauche*) a accompagné le séisme de magnitude neuf qui a touché le Sud du Pérou en 1868. En 1877, un tsunami analogue, provoqué par un séisme d'ampleur similaire qui a touché une portion adjacente de la côte, au Nord du Chili, a ramené en mer la coque de l'un des navires, dont la chaudière est longtemps restée sur la plage (*en bas, à gauche*). Au moins un séisme semblable se produira d'ici dix ans dans la région, tuant de nombreuses personnes : même si les constructions récentes érigées sur la plage de Chinchorro, à Arica (*à droite*), résistent au tremblement de terre, elles seront balayées par le tsunami.

1990, avec un réseau permanent de huit stations qui envoient des signaux sismiques par radio à une station centrale.

Ces mesures, et nos études de terrain, éclairent les mécanismes tectoniques à l'œuvre dans la région et la répartition des contraintes mécaniques, en surface et en profondeur. Nous avons aussi déterminé la géométrie de la surface de contact et de frottement entre les deux plaques tectoniques. Nous avons enfin élaboré des modèles mécaniques de la déformation locale de la croûte terrestre : ils montrent que le mouvement de subduction est freiné jusqu'à la profondeur de 50 kilomètres. En 1995, un séisme de magnitude huit nous a donné l'occasion de tester et d'améliorer ces modèles.

Le chevauchement des plaques

La couche supérieure de l'écorce terrestre, la lithosphère, est divisée en une douzaine de plaques tectoniques, qui se déplacent. La lithosphère se forme dans les dorsales océaniques, par l'éjection de magma du manteau terrestre : ainsi, l'océan Atlantique s'ouvre par la croissance des plaques situées de part et d'autre de la dorsale médio-atlantique. Au Sud-Ouest, la croissance de

la plaque Sud-Américaine, sur laquelle est posée la croûte continentale d'Amérique du Sud, entraîne le déplacement vers l'Ouest de cette dernière. Dans l'océan Pacifique, au large du Chili et du Pérou, la plaque de Nazca, qui prend naissance sur la dorsale du Pacifique Est, se déplace vers l'Est. Le long de la côte Ouest de l'Amérique du Sud, la plaque océanique de Nazca, plus dense, s'enfonce sous la plaque continentale Sud-américaine, à la vitesse moyenne de dix centimètres par an. Le signe le plus visible de cette subduction est l'existence d'une fosse océanique profonde, parallèle à la ligne de côte.

Ce mouvement de subduction est continu sur l'échelle des temps géologiques, mais saccadé à l'échelle humaine. Une forte friction le bloque et l'énergie correspondante est accumulée sous forme élastique dans les deux plaques, de part et d'autre de leur surface de contact. Lorsque les contraintes ainsi créées sont supérieures aux forces de friction, le glissement relatif des deux blocs se produit brusquement, engendrant un séisme dont la magnitude dépend à la fois de la longueur du glissement et de la taille de la surface sur laquelle il se produit. Le mouvement de la plaque de Nazca sous l'Amérique du Sud n'est en effet pas un mouvement

d'ensemble : il se fait par segments, qui ne cassent pas simultanément.

La subduction de la plaque de Nazca sous la plaque continentale laisse des traces à la surface de la croûte terrestre : des failles, dont l'observation permet la reconstitution partielle de l'histoire des différents mouvements et la détermination des contraintes locales actuelles. Dans la région que nous étudions, la faille la plus importante est la faille d'Atacama, à peu près parallèle à la côte sur 1 000 kilomètres. C'est une faille « normale » : elle sépare la croûte terrestre en deux blocs qui tendent à s'écarter. Elle a certainement été activée lors du séisme de 1877 et elle garde mémoire de séismes plus anciens.

La faille d'Atacama n'est pas isolée : plusieurs failles quasi parallèles courent entre la côte et la faille d'Atacama *stricto sensu*. Par chance pour les sismologues, la zone de rupture du séisme de 1877 se situe au-dessous du désert d'Atacama, où la faiblesse de l'érosion favorise la conservation des escarpements et des failles formés lors des séismes. Le courant marin froid de Humboldt qui remonte de l'Antarctique le long des côtes chiliennes et péruviennes produit un phénomène d'inversion thermique au-dessus du désert : l'eau évaporée