

gasta et la région stable à l'intérieur du continent, nos calculs indiquent un déplacement horizontal de 70 centimètres, en accord avec les données de positionnement par satellite.

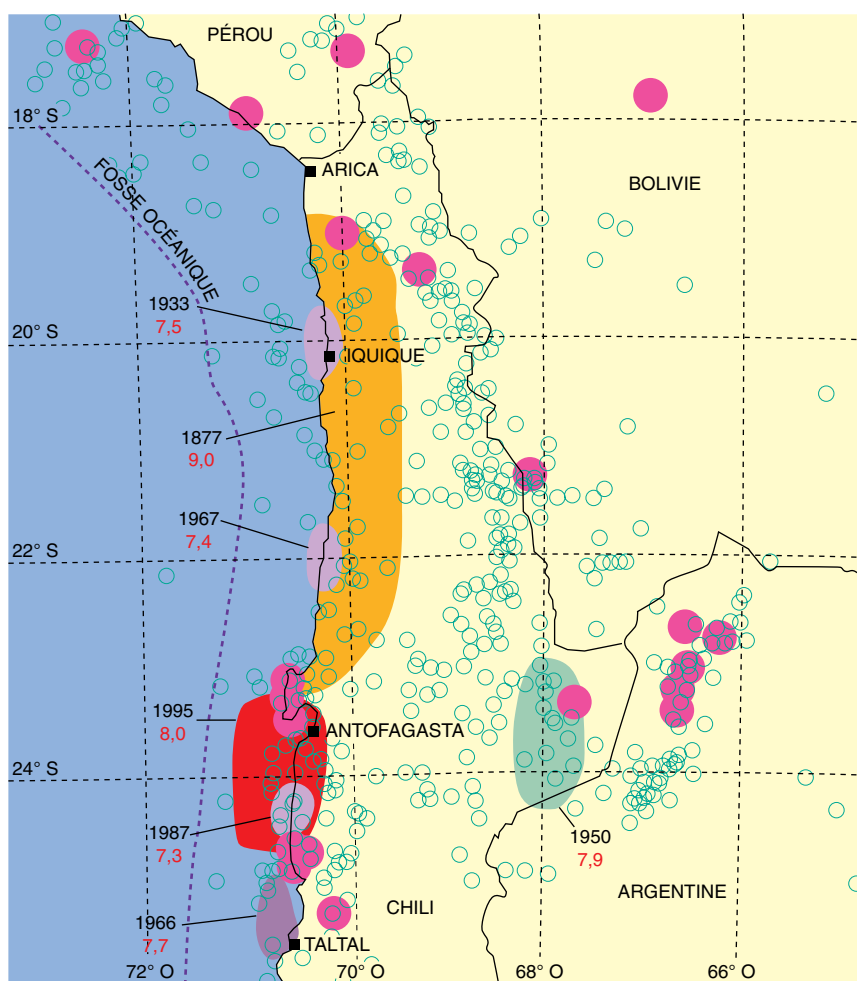
Toujours selon notre modèle, le déplacement horizontal, d'orientation dominante Est-Ouest, augmente lorsqu'on s'approche de la fosse océanique, ce qui implique que la croûte terrestre de la surface libre est étirée. Nous comprenons alors les caractéristiques tectoniques de la faille d'Atacama et des failles associées : à l'occasion de chaque séisme de subduction, la zone de la faille d'Atacama est soumise à des contraintes extensives. Il est donc naturel qu'elle soit activée à l'occasion. Ce fut le cas pour le séisme de 1995. Les ruptures de surface n'étaient pas de grande ampleur, mais clairement observables, en particulier dans le secteur de la Sierra Remien-dos, environ 70 kilomètres au Sud Sud-Est d'Antofagasta. À cet endroit, les ruptures maximales ne dépassent pas 20 centimètres en extension et nous avons repéré les traces des failles acti-vées sur quelques centaines de mètres.

La lacune encadrée

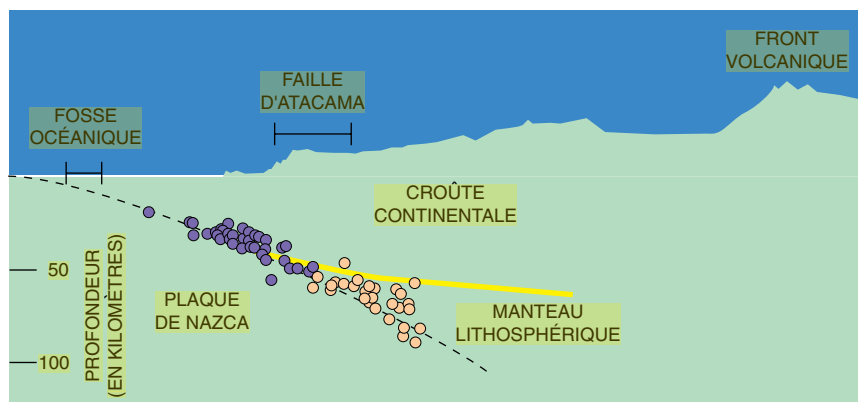
Le 12 novembre 1996, un séisme de magnitude 7,7 a frappé la région de Nazca, au Nord de la lacune sismique de 1868 au Pérou, entraînant des dégâts et des morts. La similarité avec le séisme de 1995 est frappante : ces deux séismes se situent aux extrémités de deux grandes lacunes de sismicité où se produiront des tremblements de terre de magnitude voisine de neuf d'ici à quelques années. Ils indiquent que la convergence des plaques de Nazca et d'Amérique du Sud n'est arrêtée maintenant que par les régions qui ont cassé en 1868 et 1877. Tout est donc en place pour la répétition de ces événements dans un délai de quelques années.

Où et quand cela se produira-t-il ? L'une des conséquences du séisme de 1995 est l'augmentation de trois bars de la contrainte sur la partie Sud de la lacune de 1877 : la probabilité que le grand séisme attendu parte du Sud de la lacune a augmenté corrélativement. Le réseau permanent d'Arica et les études qui se développent actuellement dans cette région permettront la surveillance et la modélisation du processus de rupture à l'extrémité Nord de la lacune.

Reste la partie péruvienne : nous avons été malheureusement empêchés



5. LA PORTION DE LA CÔTE CHILIENNE touchée par un séisme de magnitude neuf en 1877 (zone orange) n'a pas connu d'événement aussi violent depuis. En revanche, de nombreux séismes plus petits se produisent (les cercles verts sont les épicentres des séismes de magnitude comprise entre cinq et six, et les disques roses ceux des séismes de magnitude comprise entre six et sept enregistrés depuis 1980). Les épicentres des séismes de magnitude sept forment une auréole autour de la zone de calme relatif : les contraintes s'accroissent sur cette zone, ce qui annonce une prochaine rupture. Le séisme de magnitude huit (zone rouge) qui s'est produit au Sud en 1995 a aussi augmenté, de trois bars, les contraintes en profondeur. Il est associé à la rupture de la dernière zone qui empêchait le glissement de ce côté.



6. LES POSITIONS EN PROFONDEUR des épicentres des séismes enregistrés entre 1990 et 1995 dans la lacune de sismicité du Nord du Chili de 1877 tracent la surface de contact entre les deux plaques tectoniques (pointillé). En outre, au-dessus de 50 kilomètres de profondeur, les séismes correspondent à des mouvements de compression des plaques (disques violets), tandis qu'aux profondeurs supérieures, ils sont la conséquence de mouvements d'extension (disques roses). La zone bloquée par le frottement entre les deux plaques, et qui rompra lors de la répétition du séisme de 1877, est comprise entre la surface et 50 kilomètres de profondeur : c'est la surface de contact de la plaque de Nazca avec la croûte continentale (le trait jaune marque le bord inférieur de la croûte).

DES CAILLOUX DANS LES CHOSSES SÛRES

DIDIER NORDON

Des cailloux
dans les choses sûres



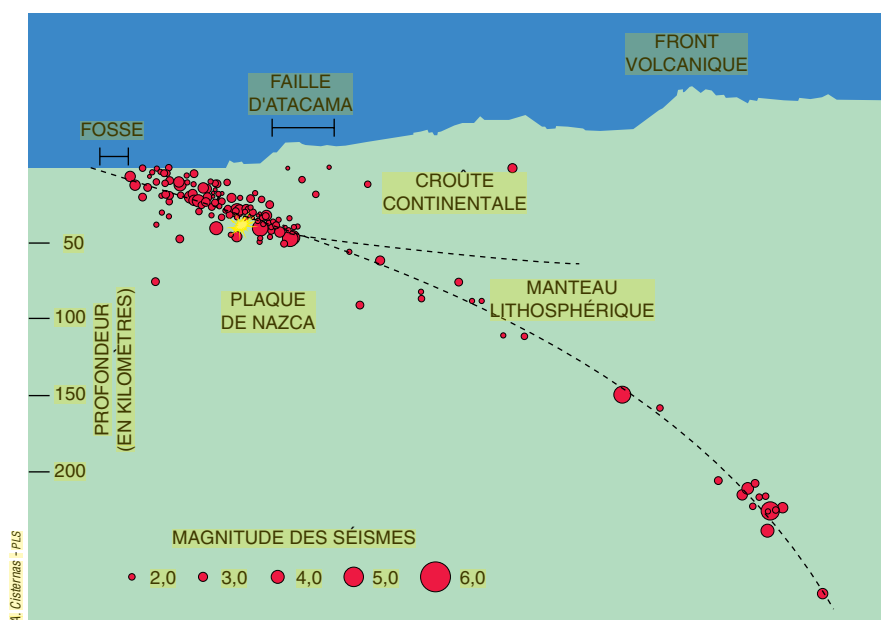
Didier Nordon épingle les scientifiques et les politiques qui extraient de la science plus qu'elle ne dit. Nul doute que chacun reconnaîtra dans ces piques... le défaut de son condisciple.

144 pages - 65 F

Code 1897

**POUR LA
SCIENCE**
DIFFUSION BELIN

Bon de commande en p. 98



7. LES ÉPICENTRES DES RÉPLIQUES (disques rouges) du séisme de magnitude huit qui s'est produit sous la ville d'Antofagasta le 30 juillet 1995 (étoile jaune) sont placés sur la zone de plus fort frottement entre les deux plaques tectoniques. Cette zone est identique à celle déjà déterminée par l'observation de la sismicité ambiante. En outre, ces épicentres sont concentrés au-dessus de 50 kilomètres de profondeur, dans la zone de plus fort frottement.

de développer une collaboration avec nos collègues péruviens à cause de l'instabilité politique et militaire de ce pays. Nous espérons, les conditions devenant plus favorables, qu'une action similaire à celle du Chili pourra y être engagée par l'installation d'un réseau de surveillance de la lacune de 1868. Laquelle des deux lacunes rompra la première? Pourra-t-on trouver des éléments de prédiction à court terme?

Nous ne savons malheureusement pas répondre à cette dernière question. Ces prochains séismes nous fourniront de précieuses informations qui nous permettront d'améliorer encore nos modèles de la subduction. Toutefois, nous les attendons avec inquiétude : ils seront vraisemblablement meurtriers. Le séisme de magnitude huit du 30 juillet

1995 a peu détruit la ville d'Antofagasta et les régions voisines malgré sa puissance et son accélération maximale, qui a atteint 30 pour cent de celle de la gravité. Plusieurs raisons peuvent être invoquées : le foyer sismique était à 36 kilomètres de profondeur, assez éloigné des constructions ; la ville est construite sur la roche, ce qui évite l'amplification des ondes sismiques (au contraire des terrains sédimentaires mal consolidés tels que le sous-sol de Mexico) ; le code de construction parasismique en vigueur au Chili a été efficace. Toutefois, si un tsunami équivalent à ceux de 1868 et de 1877 se produisait, ce qui est plus que probable, les constructions qui remplacent aujourd'hui la chaudière du *Waterree*, sur la plage d'Arica, seraient inévitablement balayées.

Armando CISTERNAS est physicien à l'Institut de physique du globe de Strasbourg, où Bertrand DELOUIS a réalisé une thèse et où travaille aussi Louis DORBATH, directeur de recherches à l'ORSTOM. Hervé PHILIP est maître de conférence à l'Université de Montpellier.

L'écorce terrestre, Dossier Pour la Science, 1995.

La dérive des continents, Pour la Science, 1979.

B. DELOUIS, A. CISTERNAS, L. DORBATH,

L. RIVERA, E. KAUSEL, *The Andean Subduction Zone between 22 and 25 °S (Northern Chile) : Precise Geometry and State of Stress*, in *Tectonophysics*, vol. 259, pp. 81-100, 1996.

B. DELOUIS, T. MONFRET, L. DORBATH, M. PARDO, L. RIVERA, D. COMTE, H. HAESSLER, J. P. CAMINADE, L. PONCE, E. KAUSEL et A. CISTERNAS, *The $M_w=8.0$ Antofagasta (Northern Chile) Earthquake of July 30, 1995 : A precursor to the End of the Large 1877 Gap*, in *Bulletin Seismological Society of America*, vol. 87, n° 2, pp. 427-445, 1997.