

Le séisme de Sumatra Pagai du 25 octobre 2010 - Le point sur les informations scientifiques

Le 29-Octobre-2010

Christophe Vigny
Directeur de recherches au CNRS
Laboratoire de Géologie de l'ENS, UMR8538 du CNRS

Un séisme de magnitude 7.7 c'est produit sur la subduction de Sumatra sur la zone des îles Mentawai, et plus précisément en face de l'île de Pagai, le 25 octobre 2010 à 14h 42 TU. Cet événement s'inscrit dans une longue liste de séismes qui se produisent dans cette zone, en particulier depuis le séisme géant de décembre 2004.

Cette zone sismique est assez compliquée : c'est la frontière entre plusieurs plaques tectoniques qui convergent et coulissent l'une contre l'autre (figure 1). Ici, c'est la plaque Indienne qui converge à près de 5 cm/an vers un promontoire de la plaque Eurasie, que nous appelons la microplaque - ou le bloc - de la Sonde. Parce que la convergence n'est pas frontale, mais oblique, le mouvement est « partitionné » sur deux failles distinctes : le raccourcissement est absorbée en premier sur la fosse de subduction en mer, le coulissage (ou cisaillement) est absorbé sur une deuxième faille à terre, en arrière de la première : la grande faille de Sumatra. Entre ces deux grandes failles parallèles qui courent sur des milliers de km, se trouve la lanière de Sumatra (qui englobe jusqu'à la Birmanie au Nord).

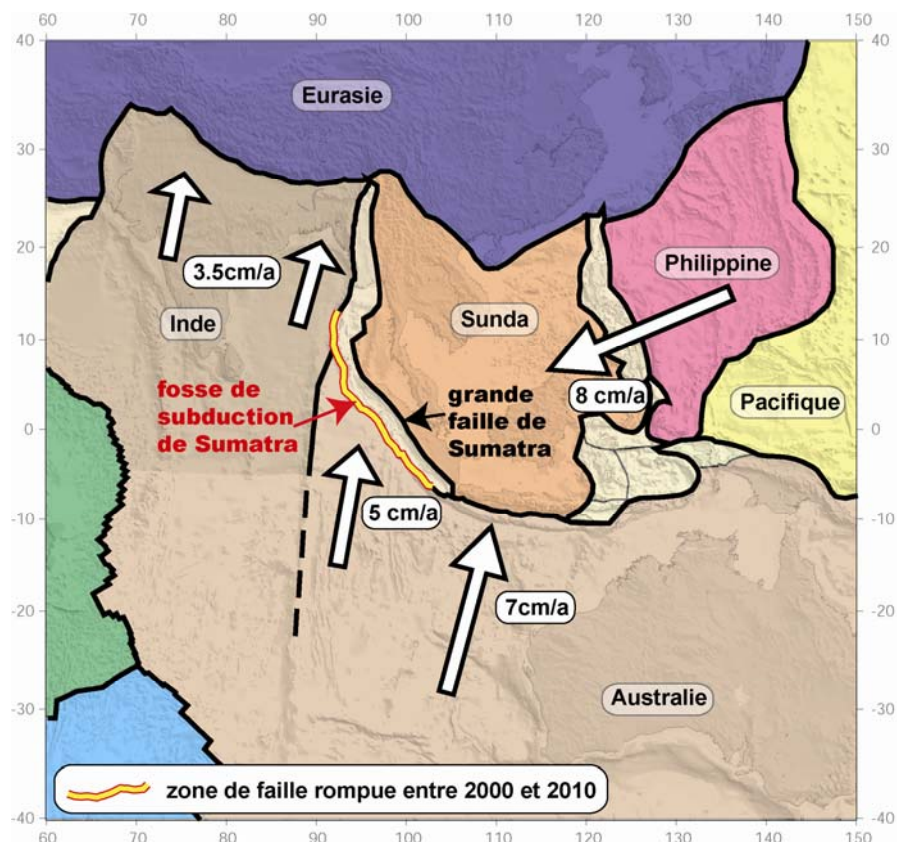


Figure 1 : la tectonique des plaques en Asie du Sud-Est. On voit la lanière de Sumatra qui forme la bordure Ouest du bloc de la Sonde (SUNDA), et les deux failles qui la bordent : la subduction à l'Ouest et la grande faille de Sumatra à l'Est. Le mouvement Australie/Sunda est réparti sur ces deux failles.

En une décennie, une série de gros séismes (un géant : Banda Aceh en 2004 ; deux très gros : Nias en 2005 et Bengkulu-1 en 2007 ; quelques gros : Enggano en 2000, Bengkulu-2 en 2007, et maintenant Pagai en 2010) a rompu plusieurs milliers de km de la subduction de Sumatra (figure 2). Toute la subduction ? Non, un petit segment de 200-300 km n'a apparemment toujours pas rompu. Il se trouve juste sur l'équateur, entre les deux grandes ruptures - dites de Nias en mars 2005 et Bengkulu en septembre 2007. En septembre 2009, un séisme particulier c'était produit près de Padang, mais pas sur la subduction, et très en profondeur à l'intérieur de la plaque plongeante. Contrairement aux autres séismes, il n'a donc pas participé au relâchement des contraintes accumulées sur la subduction.

Ce « petit » segment, situé juste en face de la grande ville de Padang, capitale de Sumatra Ouest avec au moins 1 million d'habitants résiste donc encore et toujours.

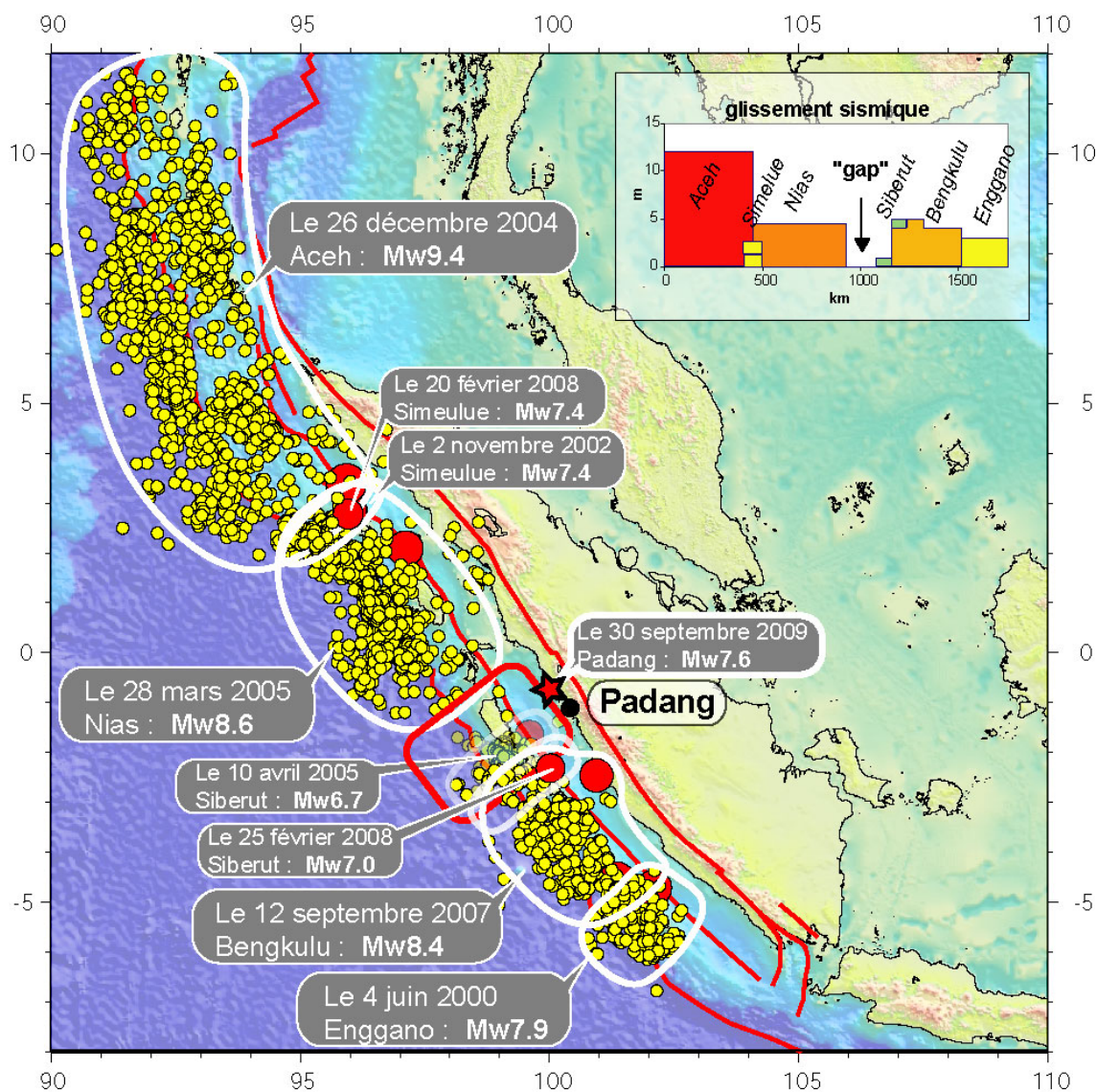


Figure 2 : la crise sismique de Sumatra. Les cercles rouges montrent les Epicentre des séismes, les points jaunes les répliques enregistrées pendant 1 mois après le choc principal. Elles dessinent la surface de la faille qui a rompu lors du séisme. L'étoile rouge bordée de noir montre l'épicentre du séisme de Padang du 30 septembre 2009 qui est de mécanisme complètement différent (intraplaque profond).

Le graphe en insert montre la quantité de glissement moyen (en mètres) associé à chaque séisme... et le déficit de glissement en face de Padang, qui doit être comblé tôt ou tard par plusieurs séismes moyens ou un plus gros.

Est-ce ce segment qui a enfin rompu le 25 octobre 2010 ? La réponse est non

La rupture de Bengkulu de septembre 2007 avait été particulièrement complexe, surtout vers le Nord, avec deux grosses répliques de magnitude 7.9 et 7.0 au sud de l'île de Pagai, le jour même du choc principal. Ces deux répliques, s'étaient produit assez profondément, surtout le séisme de magnitude 7.9. Les mesures GPS effectuées à l'époque ont confirmé les modèles de source sismique basés sur les données télé-sismique (Hermawan et al., 2007) : Contrairement au choc principal (Bengkulu-1) qui a rompu tout l'interface de subduction (de haut en bas), le glissement sismique dans la partie Nord du séisme (Bengkulu-2) était profond et n'avait pas réussi à atteindre la surface (figure 4). Ce fait avait eu une conséquence positive à l'époque : un faible Tsunami.

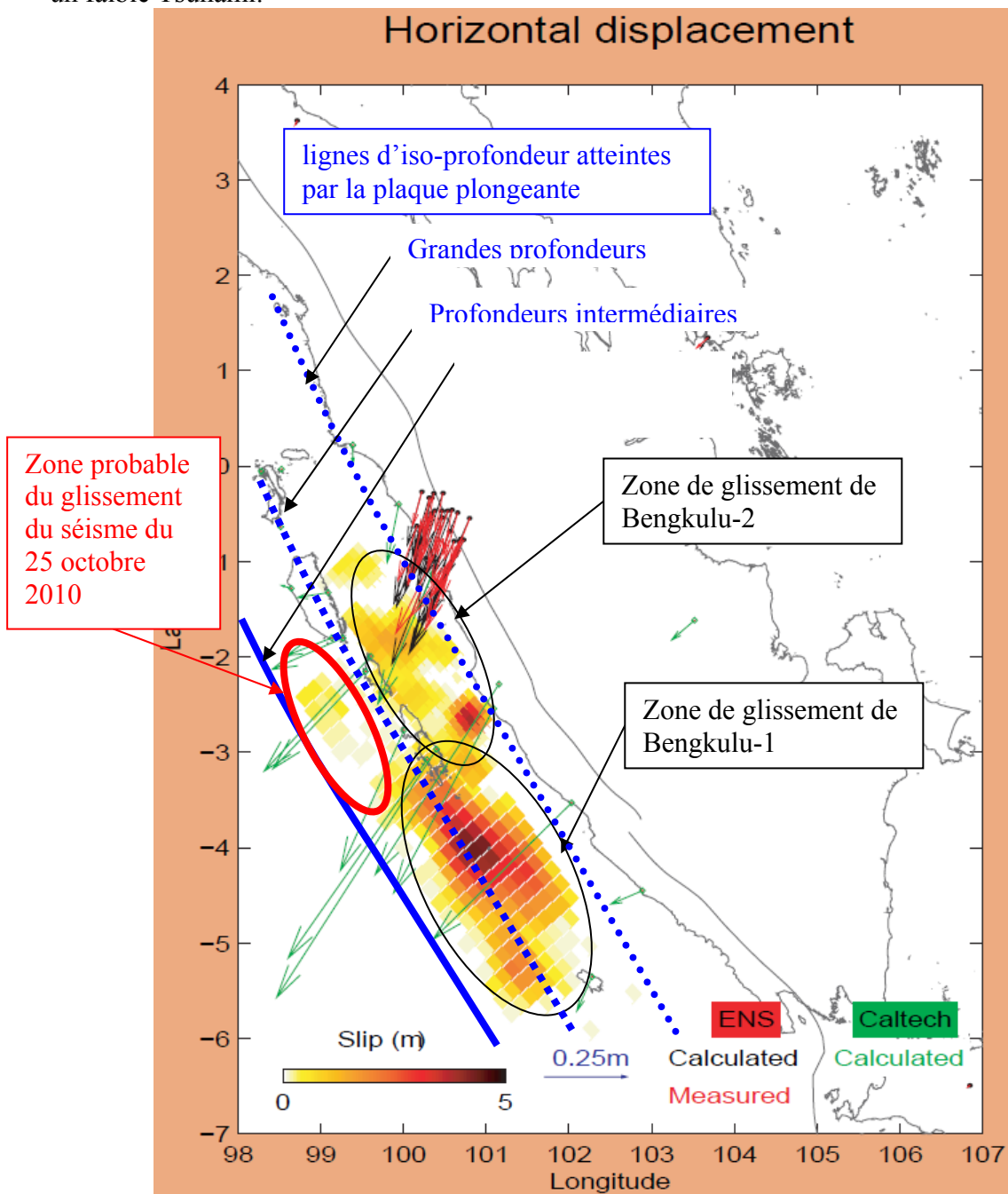


Figure 4 : glissement sur la fosse de subduction associé au séisme de Bengkulu du 30 septembre 2007. La quantité de glissement est indiquée par le code de couleur (échelle de 0 à 5m). Les flèches indiquent les déplacements horizontaux des stations GPS, prédites par le modèle (vert/noir) et observées (rouge).

Malheureusement, et comme confirmé par les mesures géodésiques dans la région, le reste de l'interface de subduction était resté bloqué, ne libérant pas la déformation accumulée par du glissement lent asismique.

Le séisme qui vient de se produire est exactement complémentaire de celui de Bengkulu : il termine la rupture du 12 septembre 2007 (Bengkulu-2) en rompant dans la partie Nord la partie la plus superficielle de l'interface de subduction (sa profondeur est donnée à 25 km par l'USGS, et seulement 12 km par le CMT d'Harvard).

Avec une magnitude de l'ordre de 7.5 à 7.7, le glissement associé est généralement de l'ordre de quelques mètres (~2-3m en moyenne, parfois plus localement). Le Tsunami généré par un séisme dont la rupture arrive en surface est du même ordre de grandeur : quelques mètres en moyenne, plus localement à cause à la fois du glissement sismique variable et plus fort à certains endroits, et de l'amplification locale due à la bathymétrie du bassin qui reçoit le Tsunami (estuaires, baies, etc...)

Est-ce que ce séisme clos la séquence sur Sumatra? La réponse est non.

Bien que fort, ce séisme reste modéré, et n'a donc fait que compléter la rupture du séisme de Bengkulu de septembre 2007, largement au Sud de Padang. Le segment de Padang, coincé entre celui de Nias (Mw 8.5 en mars 2005) et celui de Bengkulu (Mw 8.4 en septembre 2007) est toujours intact. Il n'a pas rompu depuis près de 200 ans. Par contre la répétition de séismes proches de ce segment ne peut qu'augmenter les contraintes sur celui-ci, augmentant la probabilité qu'il rompe bientôt. En réalité, nous ne comprenons pas clairement pourquoi il n'a pas déjà rompu.

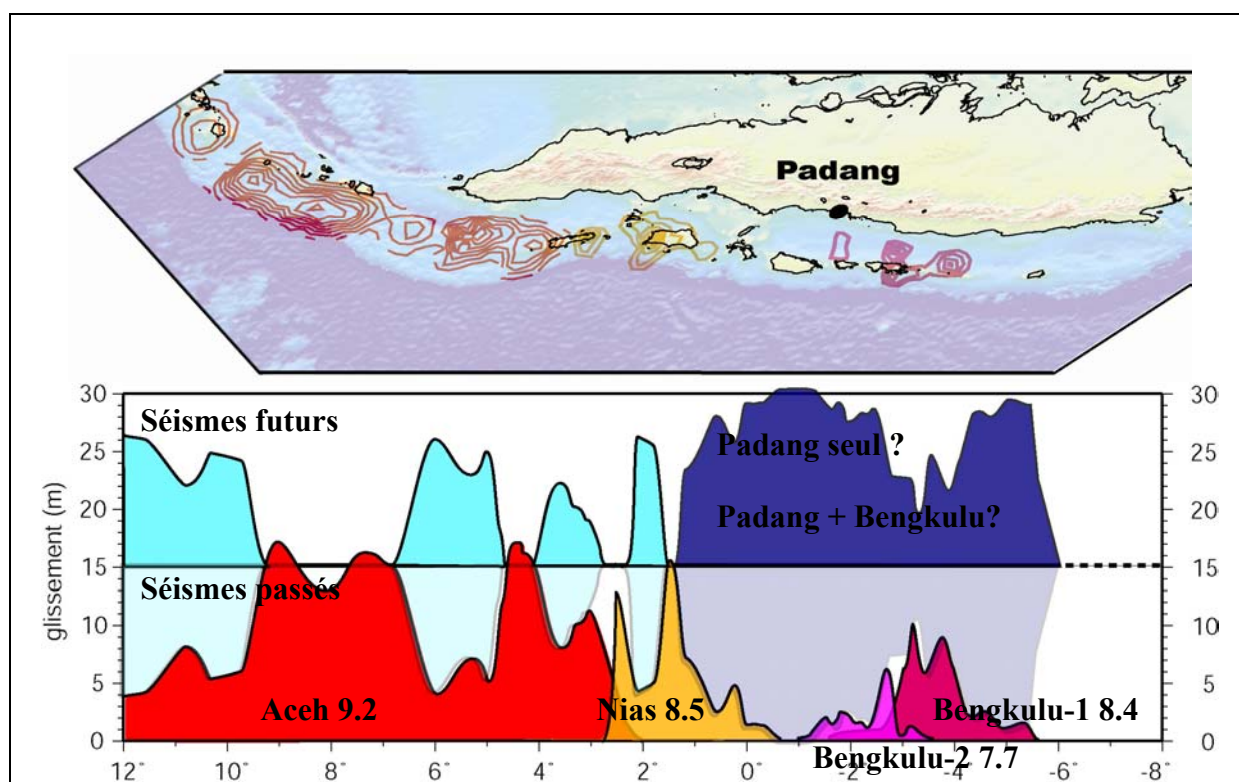


Figure 5 : localisation et quantité de glissement associé à chaque séisme (Aceh : rouge, Nias Orange, Bengkulu 1/2 violet/mauve). Si l'on calcule que 15 m de déformation élastique se sont accumulés en 500 ans à 3 cm/an, alors une série de séismes (bleus) doit se produire libérer cette déformation partout sur la subduction. Si on considère 7.5m accumulés en seulement 250 ans, cela réduit le moment des séismes futurs d'un facteur 2, et leur magnitude de 0.1...

Comme déjà écrit, le petit segment de Padang pourrait donc rompre soit plus ou moins seul (comme en 1797) en produisant un séisme de magnitude au moins 8, soit en reprenant encore une fois celui de Bengkulu (comme en 1833) en produisant un séisme encore beaucoup plus grand avec une magnitude de l'ordre de 9 (figure 5). La quantité exacte de déformation à relâcher n'est pas connue puisque si l'on sait depuis combien de temps les segments n'ont pas rompus et à quelle vitesse (celle de la tectonique des plaques) la déformation s'accumule, on ne sait pas si la déformation avait été remise à zéro par les séismes précédents. Une hypothèse de 15m accumulés en 500 ans à la vitesse de 3 cm/an est une hypothèse haute : elle correspond au glissement maximum du séisme de Banda Aceh visible sur la figure 5, mais elle double le temps de récurrence entre deux séismes (500 ans alors que l'histoire de Sumatra donne plutôt 250 ans). Une hypothèse moyenne (« seulement » 7.5m accumulés en 250 ans, toujours à la même vitesse) diminue la quantité de déformation à libérer, donc le glissement des futurs séismes d'un facteur 2. Le moment sismique, proportionnel au glissement, serait donc aussi deux fois plus faible. La magnitude, logarithme du moment, ne diminuerait que de 0.1 à 0.3.

Il faut s'attendre à d'autres séismes destructeurs le long de Sumatra dans un avenir proche, et plus encore pour la section le long de l'île de Siberut, en face de la ville de Padang. Le scénario le plus « doux » serait celui d'une succession de séismes équivalents à celui qui vient de se produire. Le scénario le plus « extrême » serait celui d'un séisme de magnitude proche de 9. Malheureusement, l'histoire (publication récente de K. Sieh et collaborateurs à Science) nous apprend qu'un séisme de ce genre c'est produit en 1833, et qu'ils ont tendance à se répéter tous les 200-250 ans....

Notre équipe, en coopération avec des instituts et agences indonésiennes et du Sud-Est asiatique, et soutenue par le MAE, effectue des mesures géodésiques (GPS) en Indonésie (à Sumatra, mais aussi Java, Bornéo et Sulawesi) et en dehors d'Indonésie (en Thaïland, Malaisie, Myanmar, etc...) depuis 1992. Comme d'habitude, nous allons collecter les enregistrements de notre réseau afin de quantifier précisément la déformation crustale et son évolution après le séisme, de manière à tenter de tester divers scénarios.