

Le séisme de Sumatra Padang du 30 septembre 2009 - Le point sur les informations scientifiques

Le 01-Octobre-2009

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

Un séisme de magnitude 7.6 c'est produit sur la subduction de Sumatra en face de la ville de Padang, le 30 septembre à 10h16 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 couissent 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).

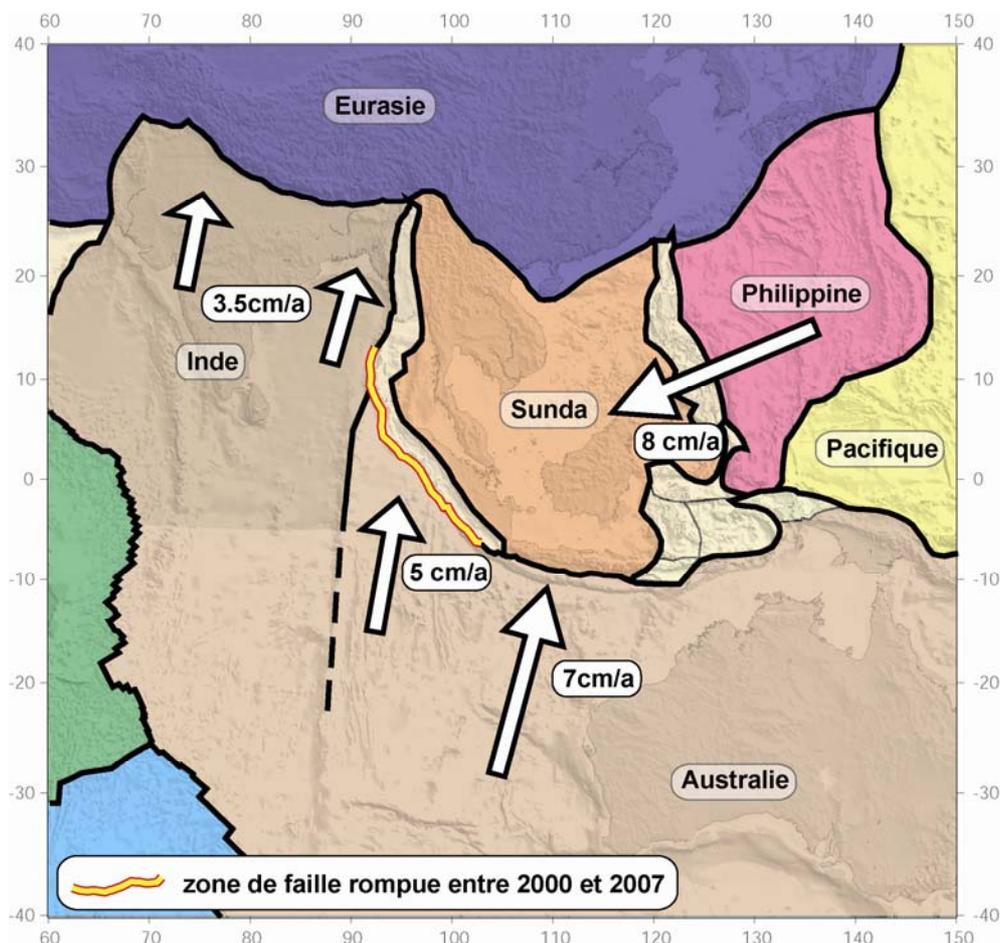


Figure 1 : la tectonique des plaques en Asie du Sud-Est. On voit la lanière de Sumatra qui forme la bordure Ouest du bloc de la Sonde (SUNDA), et la lanière Philippine qui forme la bordure Est, prolongée au sud par la mosaïque de microblocs en mer de Banda (Sulawesi-Moluques)

En 7 ans, 4 gros séismes ont rompu plusieurs milliers de km de la subduction de Sumatra (figure 2). Toute la subduction ? Non, un petit segment de 200 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. 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 encore et toujours.

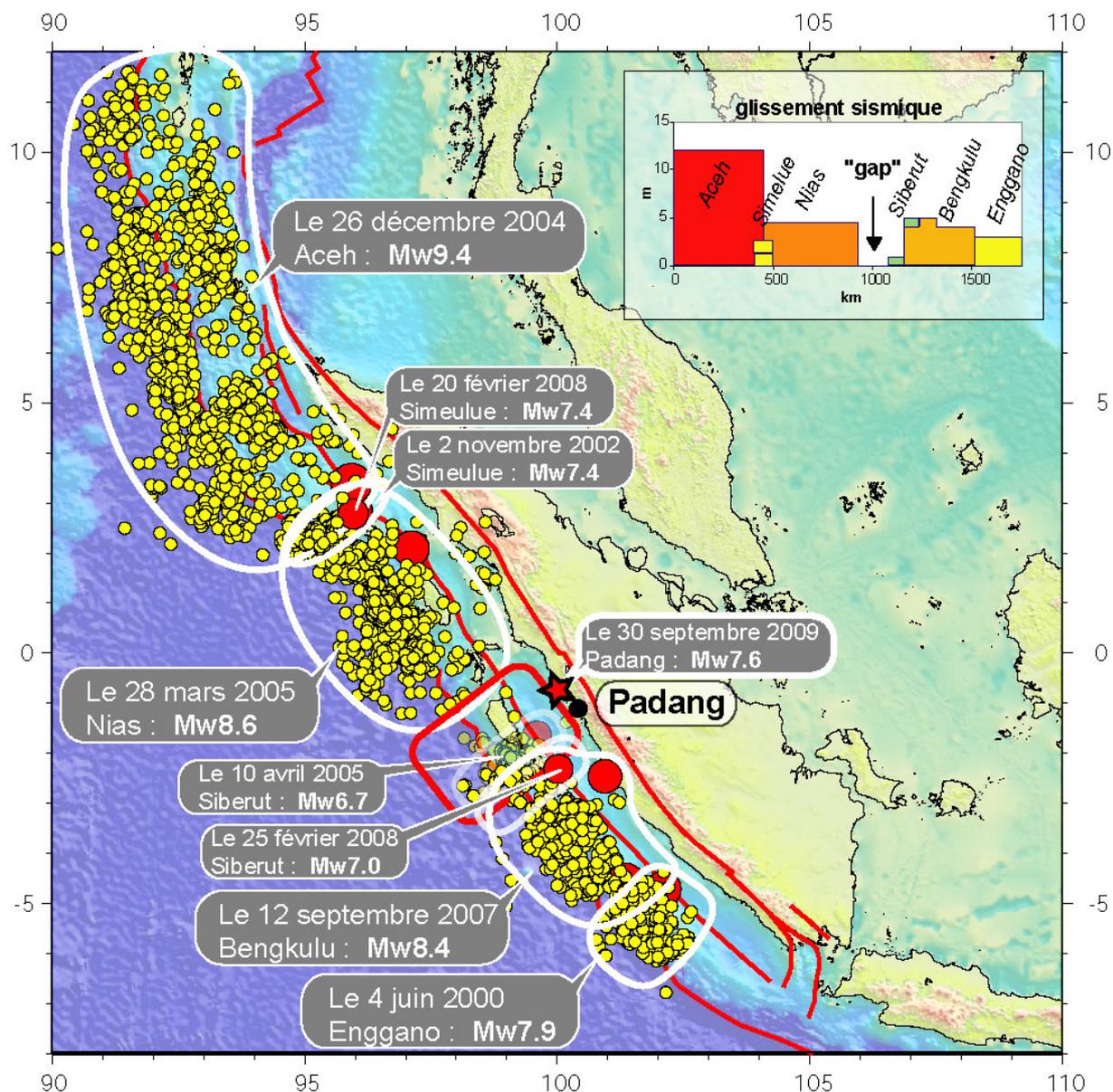


Figure 2 : la crise sismique de Sumatra. Les cercles rouges montrent les Epicentre des séismes, les points jaunes les répliques enregistrées pendant 1 mois après le choc principal. Elles dessinent la surface de la faille qui a rompu lors du séisme. L'étoile rouge bordée de noir montre l'épicentre du séisme de Padang du 30 septembre : il est sensiblement plus profond que les autres, ce n'est pas le même mécanisme. Il n'y a pas encore de série de réplique à montrer.

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.

En effet, le séisme d'hier n'a pas rompu un segment de la subduction de Sumatra. Il s'est produit à l'intérieur de la plaque plongeante, assez profond (vers 80km de profondeur); ce que nous appelons un séisme « intra-slab » (figure 3). Du coup la rupture n'est pas arrivée jusqu'à la surface, ce qui explique l'absence de Tsunami. Par contre, pour la même raison, l'épicentre au lieu d'être loin en mer est très proche de la côte et donc de la ville de Padang. D'où des destructions importantes, causées en particulier par des mouvements verticaux très forts à cause de la localisation de l'épicentre juste sous la ville et du mécanisme particulier de ce séisme. Par ailleurs, la région est en effet montagneuse, et assez peuplée, car il est plus agréable d'habiter la montagne, plus fraîche. Il doit y avoir de très nombreux glissement de terrains dans les 100 km à la ronde, car il y en avait déjà eu beaucoup début 2007 après deux petits séismes sur la grande faille de Sumatra qui passe au niveau du lac Singkarak à l'intérieur des terres.

Encore une fois, ce n'est pas le segment de subduction qui a rompu. Celui-ci est toujours bloqué, c'est à dire justement prêt à rompre. Il se peut que ce séisme ait suffisamment modifié les contraintes sur l'interface de glissement pour déclencher un vrai séisme de subduction, comme Nias en mars 2005 ou Bengkulu en septembre 2007. On a déjà observé ce type d'interactions au Chili par exemple après le séisme de Punitaqui en 1997. Par contre on ne sait absolument pas prédire si ça va se produire demain, dans 1 an ou dans 5.

D'autre part, des répliques sont signalées. Les répliques occupent la zone de la rupture en finissant de rompre les petites aspérités « oubliées » par le choc principal. Certaines d'entre elles peuvent être fortes et cela peut durer plusieurs semaines, Mais cela va normalement en décroissant selon une loi connue des sismologues.

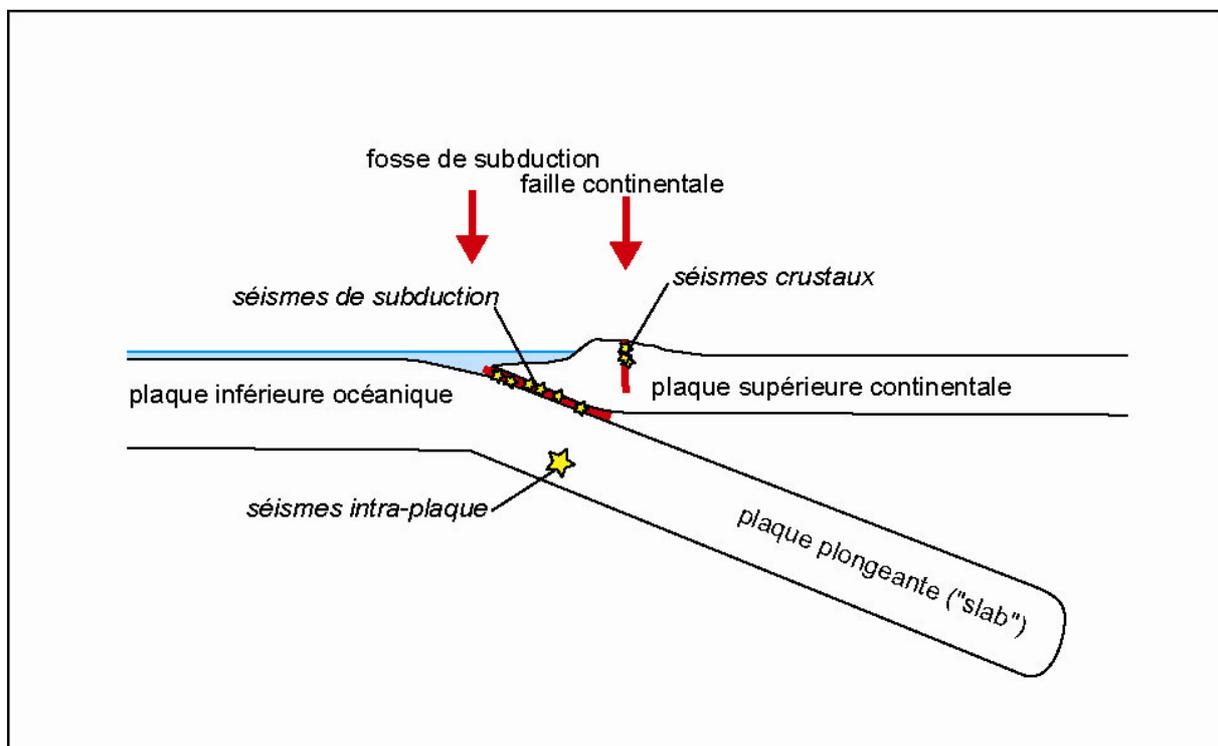


Figure 3 : détail schématique en coupe de la localisation des séismes et du type des séismes en fonction de la profondeur et de la distance à la fosse océanique.

Par contre, d'autres séismes qui ont eu lieu et qui sont assimilés à des répliques dans les médias, n'en sont pas. En particulier le séisme du 1^{er} octobre, de magnitude 6.6 qui s'est produit environ 200 km au Sud de Padang (à proximité de Sungai Penuh) est tout à fait différent. Celui-là est superficiel (15km de profondeur) et son mécanisme (préliminaire) indique un décrochement sur une faille sub-v verticale. Ce séisme se produit non pas sur la subduction (la faille océanique) mais sur la grande faille de Sumatra (la faille continentale). Cette faille est également sismique : elle a produit de grands séismes historiques de magnitude largement supérieure à 7 (comme en 1926 et 1943 dans la région de Padang). Il est tout à fait certain que les séismes qui se produisent sur la subduction, favorisent des séismes sur la grande faille par augmentation des contraintes sur celle-ci. Les calculs montrent en particulier une diminution de la contrainte perpendiculaire au plan de faille, ce qui devrait donc favoriser la migration de fluide dans le plan de faille, sa lubrification, et donc son glissement. Depuis 2004, 4 séismes de taille significative ce sont produits sur la faille (figure 3). Celui-ci est simplement le 5^{ème}.

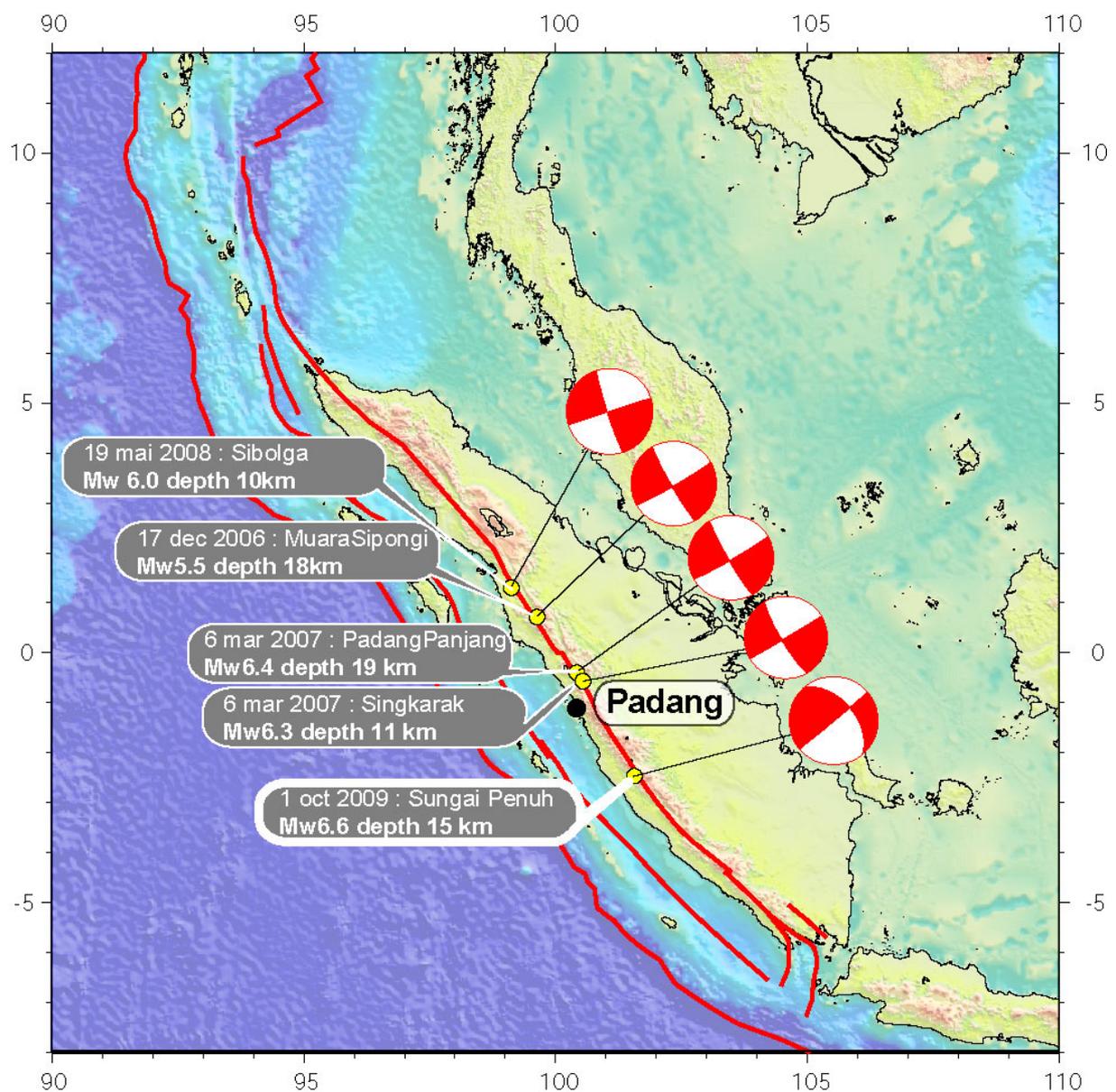


Figure 4 : Les séismes significatifs sur la grande faille de Sumatra depuis 2004. Ces séismes sont superficiels (moins de 15 km de profondeur), se produisent dans la plaque continentale, et montrent un glissement dextre (le bloc « en face » glisse vers la droite).

Deux grandes questions se posent maintenant:

- est-ce que le séisme intra-slab du 30 septembre va modifier suffisamment les contraintes sur l'interface pour déclencher « enfin » le séisme de subduction que l'on attend dans la région de Padang, non seulement depuis les événements consécutifs au séisme géant de 2004, mais en fait depuis 1833, date du dernier très grand séisme (de magnitude 9 au moins) qui s'est produit dans cette zone. En effet, aussi gros qu'il ait été, le séisme de Bengkulu de 2007 n'a relâché qu'une toute petite partie de la déformation accumulée... Le petit segment de Padang pourrait donc rompre seul en produisant un séisme de magnitude 8, ou avec celui de Bengkulu en produisant un séisme beaucoup plus grand
- est-ce que toute cette activité va finir par déclencher un ou plusieurs grands séismes sur la grande faille de Sumatra.

Les mesures Géodésiques et sismologiques permettent de quantifier et comprendre certains aspects de ces séismes, et donc d'apporter des éléments de réponse. En particulier, les stations GPS permanentes installées dans la région permettent de savoir combien de déformation est relâchée par le séisme qui vient de se produire (tout ou partie de ce qui est disponible), si de la déformation est relâchée de manière lente et a-sismique (bonne nouvelle) ou si au contraire, rien ne glisse tant qu'il n'y a pas de séisme. Dans le dernier cas, il faut évidemment se préparer à un séisme d'autant plus grand qu'il aura lieu plus tard (mauvaise nouvelle). Les réseaux sismologiques, en localisant les centaines de petites répliques permettent de dessiner le plan de rupture du séisme. Le tout alimente les calculs de transfert de contrainte d'une zone à l'autre avec des éléments géométriques précis (taille de la rupture, quantité de glissement, orientation, etc..)

Notre équipe effectue des mesures géodésiques (GPS) dans la région depuis 1992. Nous étions en train de préparer notre campagne de mesure annuelle (prévue du 15 au 30 octobre) quand l'événement s'est produit. Nous allons remesurer le réseau de bornes géodésiques afin de quantifier précisément la déformation crustale générée par ce séisme, et effectuer la maintenance des stations permanentes dont certaines (en particulier celle de l'hôpital MDjamil) ont sans doute souffert.