

# Séismes au Mexique

Par Alain Guillon, membre de la SAGA.

Trois tremblements de terre de forte magnitude ont eu lieu près de la ville de Guerrero, au Mexique, courant avril et début mai, et de très nombreuses répliques de plus faible puissance ont suivi.

La particularité de ces événements est de se trouver à moins de 300 km de la capitale Mexico, où des répliques ont été ressenties.

## Localisation des séismes

	Date	Heure	Lat.	Long.	Prof.	Magn.	Localisation
<a href="#">1</a>	2014-05-10	02:36:01	17,06	-100,95	12	6,1	38 km au sud-ouest de Tecpan, Guerrero
<a href="#">2</a>	2014-05-08	12:00:16	17,11	-100,87	17	6,4	28 km au sud-ouest de Tecpan, Guerrero
<a href="#">3</a>	2014-04-18	09:27:23	17,18	-101,19	10	7,2	40 km au sud de Petatlan, Guerrero

Figure 1. Tableau des informations sur les trois séismes principaux, l'hypocentre est à une faible profondeur.

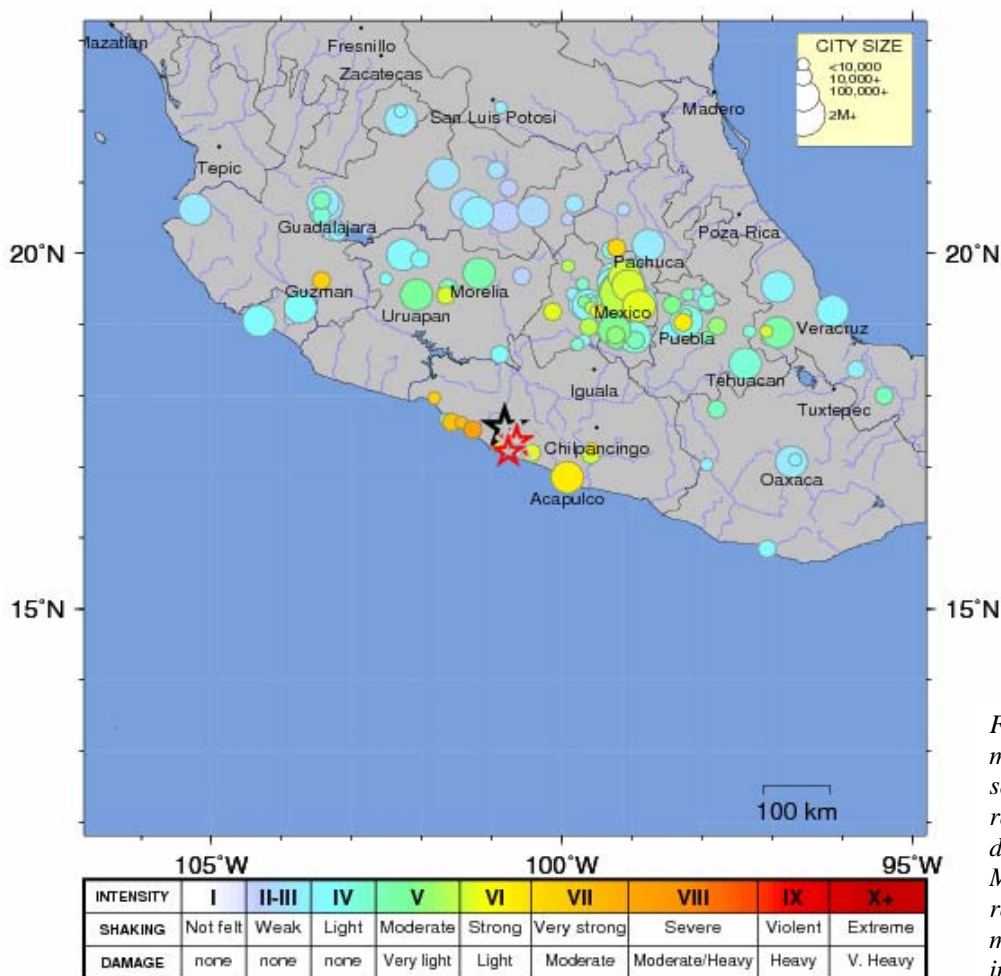


Figure 2. Carte de l'USGS montrant la position des séismes et celles des répliques, en particulier dans la zone de la ville de Mexico. Certaines des répliques ont eu une magnitude de près de 6 en intensité.

## Sismo-tectonique du Mexique

Situé au sommet de trois grandes plaques tectoniques, Amérique de Nord, Pacifique Sud et Cocos, le Mexique est l'une des régions les plus actives sismiquement au monde. Le mouvement relatif de ces plaques de la lithosphère provoque des tremblements de terre fréquents et des éruptions volcaniques occasionnelles.



Figure 3. Localisation des séismes et des plaques tectoniques près de l'Amérique Centrale.

La zone continentale du Mexique est principalement située sur la plaque d'Amérique du Nord qui se déplace vers l'ouest. Le plancher de l'océan Pacifique Sud se déplace vers le nord par l'intermédiaire de la plaque Cocos qui subducte sous le Mexique. La lithosphère océanique est relativement dense ; lorsque le plancher de l'océan Pacifique rencontre la croûte continentale du Mexique plus légère, le fond de l'océan est subducté sous la plaque nord-américaine avec la création d'une fosse profonde sur la côte sud du Mexique (voir carte de profil sismique de la zone de subduction ci-dessous). Aussi, à la suite de cette convergence, le déplacement du Mexique vers l'ouest est ralenti et provoque la formation des chaînes de montagnes du sud du Mexique et des tremblements de terre près de la côte sud. Comme la croûte océanique est tirée vers le bas, elle fond ; la matière en fusion remonte en raison de faiblesses dans la croûte continentale sus-jacente. Ce processus a créé une région de volcans dans le centre-sud du Mexique connus sous le nom de Cordillère Neovolcánica.

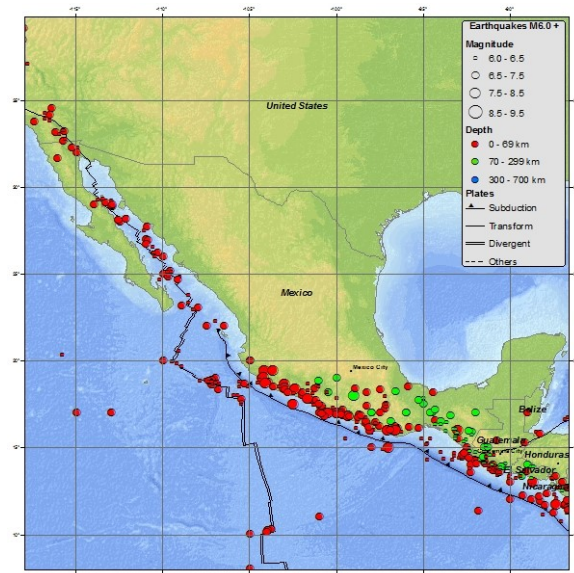


Figure 4. Carte de localisation

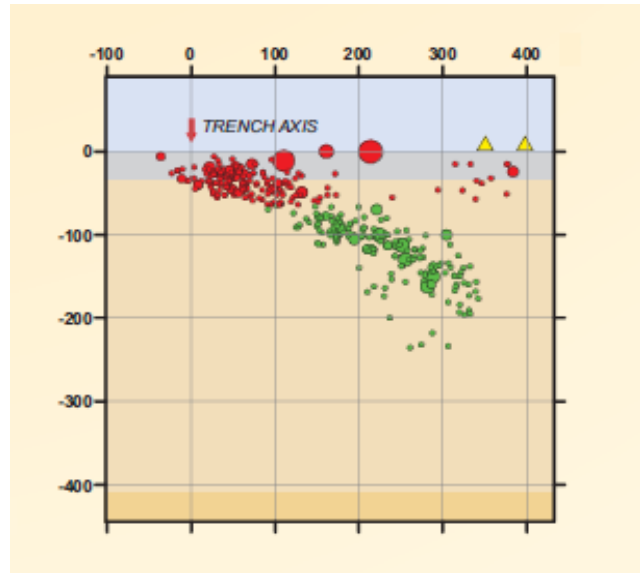


Figure 5. Profil sismique de la zone de subduction de la plaque tectonique Cocos sous la plaque Amérique de Nord, au niveau du Mexique. La flèche représente la fosse de subduction, les ronds rouges les séismes de surface (de 0 à 69 km) avec leur intensité, les ronds verts, illustrent les séismes profonds (de 70 à 399 km) et les triangles jaunes les volcans liés à la fusion partielle de la plaque Cocos.

Le tremblement de terre du 18 avril 2014, de magnitude 7,2, comme les deux autres séismes des 8 et 10 mai 2014 respectivement de magnitude 6,4 et 6,0, ont eu lieu près de la côte Pacifique du Mexique, dans l'État de Guerrero, à 265 km au sud-ouest de Mexico City. Le séisme est le résultat de mouvements de compression à de faibles profondeurs. L'emplacement initial, la profondeur et le mécanisme du tremblement de terre du 18 avril sont globalement conformes aux glissements sur ou près de la

limite de l'interface entre la plaque océanique Cocos, qui subducte, et la plaque Amérique du Nord.

La tectonique de la côte Pacifique du Mexique est contrôlée par la subduction de la plaque nord-Cocos sous la plaque nord-américaine à une vitesse d'environ 65 mm/an. Les tremblements de terre sont fréquents le long de la zone de subduction de l'Amérique Centrale. Celui d'avril 2014 a eu lieu au nord-ouest de la zone de rupture de 1957 M 7,8 du tremblement de terre de Guerrero et, depuis 1975, vingt-trois événements de  $M > 6,0$  ont eu lieu à moins de 200 km du tremblement de terre d'avril 2014, y compris les événements de M 8,0 et M 7,6 (septembre 1985), M 7,2 (octobre 1981), et M 7,5 (mars 1979), tout au nord-ouest de l'épicentre du 18 avril. Le séisme M 8,0 de 1985, à 195 km au nord-ouest de l'événement d'avril 2014, a provoqué plus de 9 500 morts, principalement dans la ville de Mexico, et a généré de petits tsunamis locaux. Cet événement a influencé les efforts en vue d'établir des systèmes d'alerte précoce des tremblements de terre dans la ville de Mexico (voir ci-dessous).

Les tremblements de terre qui ont eu lieu en avril et mai 2014, dans la zone sismique de Guerrero, correspondent à un tronçon de 200 km de long en contact avec la plaque Cocos. Cette zone, dont le dernier séisme avait eu lieu en 1911 (M 7,6), était identifiée comme pouvant donner un séisme de M 8,1 à 8,4, s'il se produisait en une seule fois.

## Le volcanisme du Mexique

Le Mexique a une longue histoire de tremblements de terre destructeurs et d'éruptions volcaniques. En septembre 1985, un séisme de magnitude 8,1 a tué plus de 9 500 personnes dans la ville de Mexico. Dans le sud du Mexique, les volcans de Colima et El Chichón sont entrés en éruption respectivement en 2005 et en 1982. Le volcan Parícutín, à l'ouest de Mexico, a débuté par quelques fumées dans un champ de maïs en 1943 ; une décennie plus tard, ce nouveau volcan avait atteint une hauteur de 424 mètres. Les volcans Popocatepetl et Ixtaccihuatl (la « Montagne fumante » et la « Dame blanche »), au sud-est de Mexico, ont montré une activité volcanique par l'émission de fumées visibles de la ville. En 1994 et en 2000, le Popocatepetl (5 452 m) a présenté à nouveau une activité forçant l'évacuation des villes voisines, suite au conseil des sismologues et des responsables gouvernementaux inquiets des effets qu'une éruption à grande échelle pourrait avoir sur la région fortement peuplée. La dernière éruption du volcan Popocatepetl date de 2010.

## Tremblement de terre : Mexico se prépare au « big one »

En 1985, une partie de la capitale avait été détruite par un séisme de magnitude 8,1 qui avait officiellement causé la mort de 3 700 personnes, contre plus de 20 000 selon les ONG.

Avec ses énormes murs en béton, le centre de surveillance sismique de Mexico ressemble à un bunker. Cette forteresse futuriste de 33 000 m<sup>2</sup>, au cœur de la capitale mexicaine, est construite sur 250 pilotis de vingt mètres de profondeur, capables de résister aux tremblements de terre : une nécessité face aux risques encourus par cette mégapole de plus de 20 millions d'habitants, secouée ces dernières semaines par une série de séismes.

Le dernier a atteint, jeudi 12 avril 2014, une magnitude de 6,9 sur l'échelle de Richter sans faire de victime ni de dégât majeur. Mais la mairie se prépare à des secousses telluriques de bien plus grande ampleur.

« *Baptisé C4, notre centre est un des plus avancés au monde* », se félicite son directeur général, Fausto Lugo Garcia, dans l'immense salle de contrôle, où policiers, pompiers et autres personnels de la protection civile scrutent 24 h/24 h une centaine d'écrans connectés aux 13 200 caméras disséminées dans les rues et le métro.

Des secousses annonciatrices d'un tremblement de terre plus puissant ? « *C'est le contraire, car ces séismes libèrent l'énergie terrestre accumulée*, explique Victor Espindola, spécialiste au service sismologique national. *Mais une autre faille voisine, située à 300 km de Mexico, est plus menaçante car elle n'a pas connu de forte secousse depuis plus d'un siècle.* » Dans cette zone, identifiée au centre de l'État de Guerrero, le dernier tremblement de terre remonte au 16 décembre 1911. Le futur « big one » n'en reste pas moins imprévisible : « *il peut être imminent ou arriver dans dix ans* », souligne le sismologue.

De la côte de l'État de Jalisco (à l'ouest) à celle du Chiapas (au sud-ouest), les mouvements de la croûte terrestre fragilisent Mexico, située au centre du pays. « *C'est une zone de subduction entre la plaque tectonique de Cocos et la plaque nord-américaine*, explique Iván Barreiro, spécialiste à l'Institut technologique de Monterrey (ITESM). *La première passe sous la seconde. Cette forte friction accumule de l'énergie qui, en s'échappant subitement, provoque un tremblement de terre, sensible à des centaines de kilomètres.* »

Les experts évaluent la magnitude du prochain « big one » à plus ou moins 8 sur l'échelle de Richter. Le dernier séisme d'une telle ampleur remonte au 19 septembre 1985. Mesurée à 8,1, la puissance de ce tremblement de terre historique a fait environ 10 000

morts et 30 000 blessés à Mexico, provoquant des dégâts colossaux. « *La qualité du sol de l'agglomération et la précarité des bâtiments de l'époque expliquent ce bilan* » commente M. Espindola. La ville a été construite sur l'ancienne capitale de l'empire aztèque, située sur le lac Texcoco, asséché ensuite par les colons espagnols. « *Le sol d'origine lacustre reste meuble à certains endroits, amplifiant les effets dévastateurs d'un séisme* », détaille-t-il.

### La carte de la prévention

Pour se prémunir du risque, la mairie joue la carte de la prévention. « *Les faibles dégâts des récentes secousses prouvent que nous sommes bien mieux préparés*, rassure Fausto Lugo Garcia du C4. *Alors que le 12 janvier 2010, à Haïti, le tremblement de terre de magnitude 7 a fait des milliers de morts, celui du 20 mars n'a fait aucune victime grave à Mexico.* »

Inauguré en octobre 2011 par le maire, Marcelo Ebrard, le C4 est le point névralgique du dispositif de la capitale mexicaine. « *Les détecteurs, placés dans les zones sismiques, envoient des ondes électromagnétiques, plus rapides que celles produites par un séisme*, explique son directeur général. *Quand la magnitude approche les 6 degrés Richter, une alerte se déclenche environ 50 secondes avant de sentir la secousse.* » De quoi permettre au personnel de toutes les administrations concernées (protection civile, police, santé, énergie...), présent au sein du C4, de lancer le protocole d'urgence.

« *Grâce aux caméras, nous sommes capables, en cinq minutes, d'établir un premier diagnostic* », explique M. Garcia. Dans la foulée, six hélicoptères de la protection civile survolent les zones affectées pour guider les secours au sol. Si toutes les infrastructures urbaines sont détruites, le C4 continuera de coordonner les opérations grâce à quatre générateurs d'électricité, des réserves d'eau et un système de communication indépendant.

Mais pour Elias Miguel Moreno, adjoint au maire chargé de la protection civile, « *notre dispositif repose avant tout sur la diffusion d'une culture de prévention auprès de la population et l'application de normes strictes de construction. Trois cents brigades spécialisées inspectent les bâtiments. Toutes les écoles et les hôpitaux ont été contrôlés, ainsi que 60 à 70 % des habitations.* »

### Service d'alarme sismique sur les téléphones BlackBerry™

Des alertes sonores existent dans les rues de la ville. Mais, depuis le 3 avril, la mairie propose un nouveau service d'alarme sismique envoyée sur les téléphones

portables BlackBerry™ avec une cinquantaine de secondes d'avance sur la première secousse.

« *Des brochures sur les gestes qui sauvent sont aussi distribuées à la population. Il faut rester en position fœtale, mains sur la tête, dans les zones de majeure résistance à l'intérieur des bâtiments jusqu'à la fin du séisme, puis évacuer les lieux* », martèle M. Moreno, qui appelle la population à élaborer des plans familiaux d'urgence.

Sans compter trois à quinze simulations de tremblement de terre, organisées chaque année dans les bâtiments publics et privés. Le 19 septembre prochain, jour commémoratif du séisme de 1985, une « méga-simulation » sera montée dans l'ensemble de la ville.

L'année dernière, six millions de personnes y avaient participé. Cela suffira-t-il ? « *Nous ne serons jamais prêts à 100 %*, répond M. Moreno. *Mais notre dispositif devrait nous permettre d'éviter le pire.* »

**Bibliographie :** Mexico Servicio Sismologico Nacional ; USGS National Earthquake Information Center ; Le Monde ; Geoscope IPGP.

## Les rendez-vous Géologiques de l'AGPA de Houlgate

Par Thierry Rebours, géologue, et Françoise Hebert, présidente de l'Association Géo.Paléo.Archéo. de Houlgate.

### SEPTEMBRE

**Samedi 6 septembre : la Brèche au diable.**



La cascade de la Brèche au diable.

Au pied du Mont-Joly, dans la région de Falaise, entre