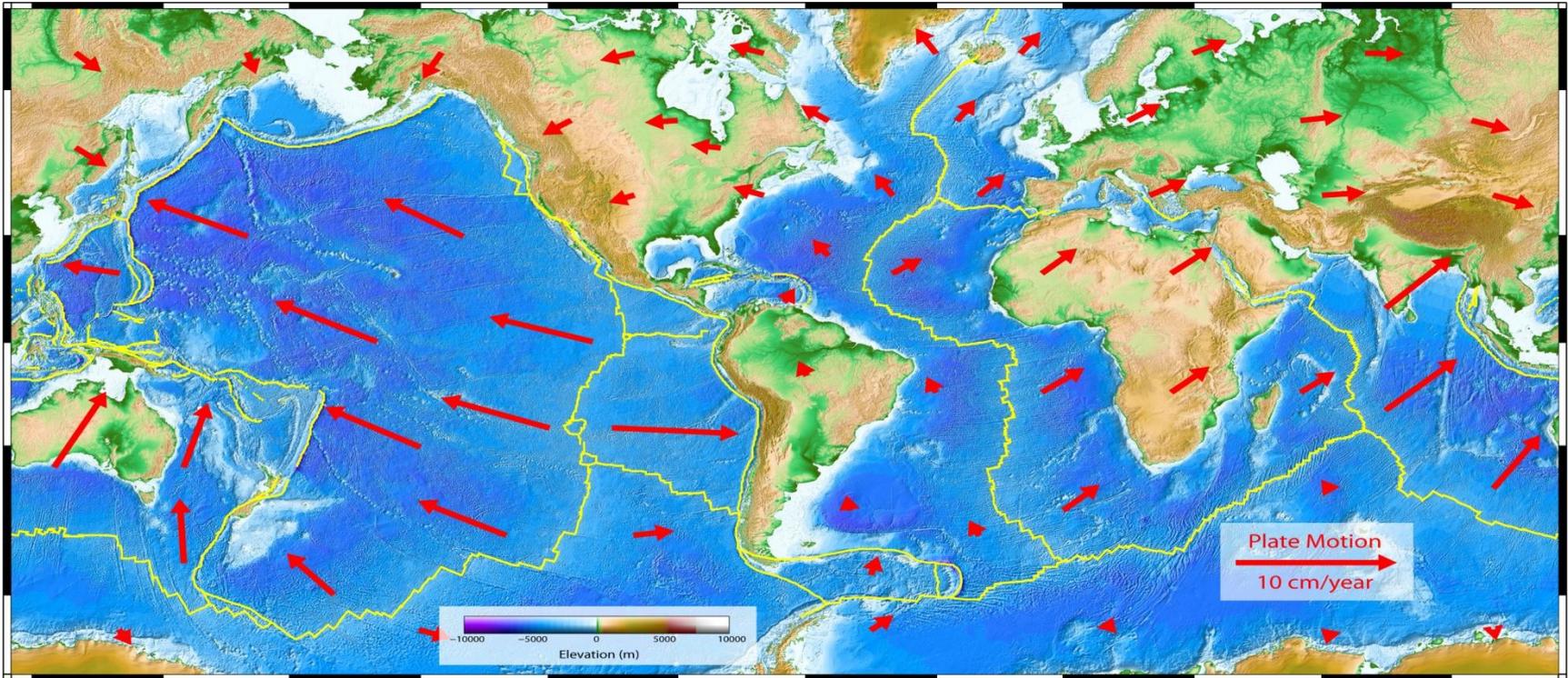


Les séismes de Nouvelle-Zélande en 2010 et 2011

Pierre TINARD – Modélisateur Catastrophes Naturelles

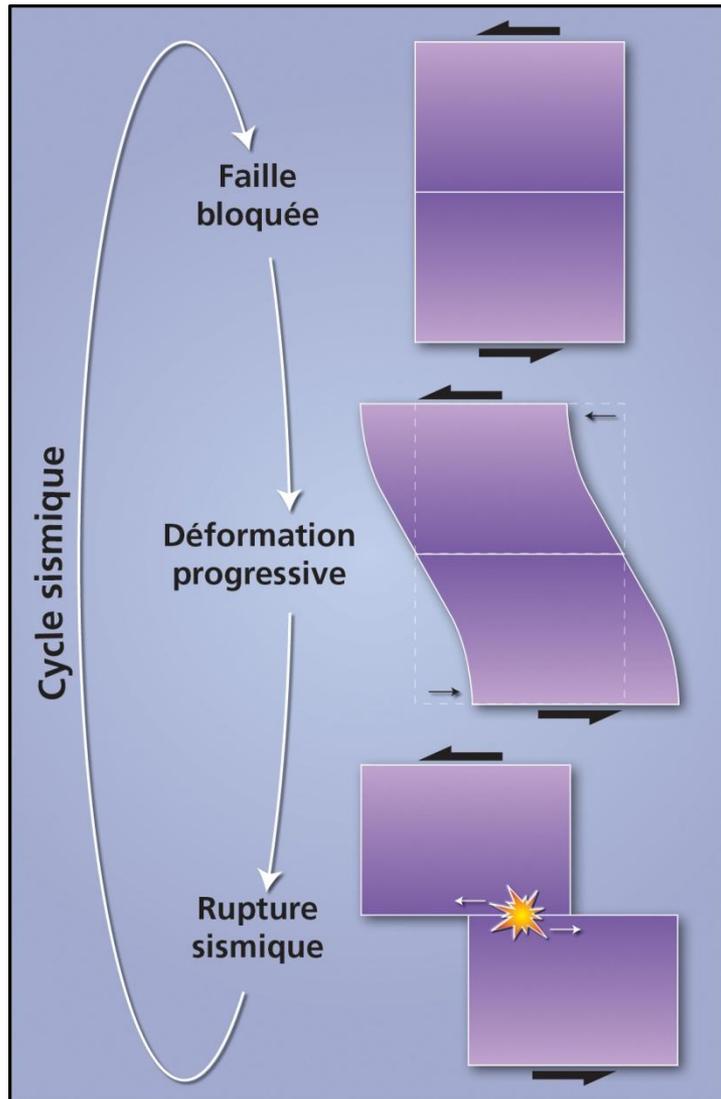
Pourquoi y a-t-il des séismes ?

Une responsable : la tectonique des plaques



- La croûte terrestre est divisée en plaques qui se déplacent les unes par rapport aux autres plus ou moins rapidement :
 - ❖ Pacifique : Japon ~ 9 cm / an Nouvelle-Zélande ~4 à 5 cm / an
 - ❖ Atlantique-Nord : ~ 1 cm / an
- L'énergie accumulée lors du mouvement des plaques tectoniques doit être régulièrement libérée : c'est la raison d'être des séismes.

Les séismes : des événements cycliques

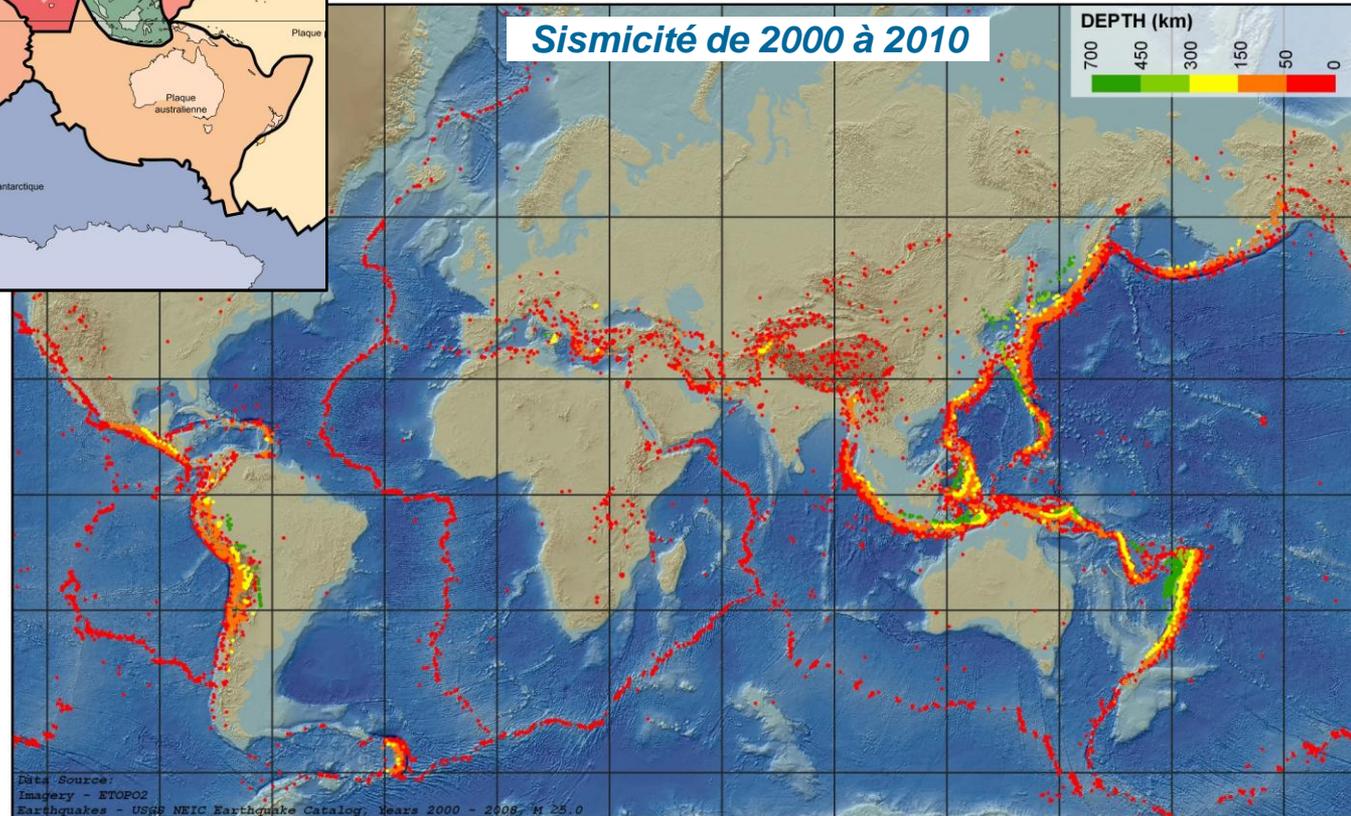
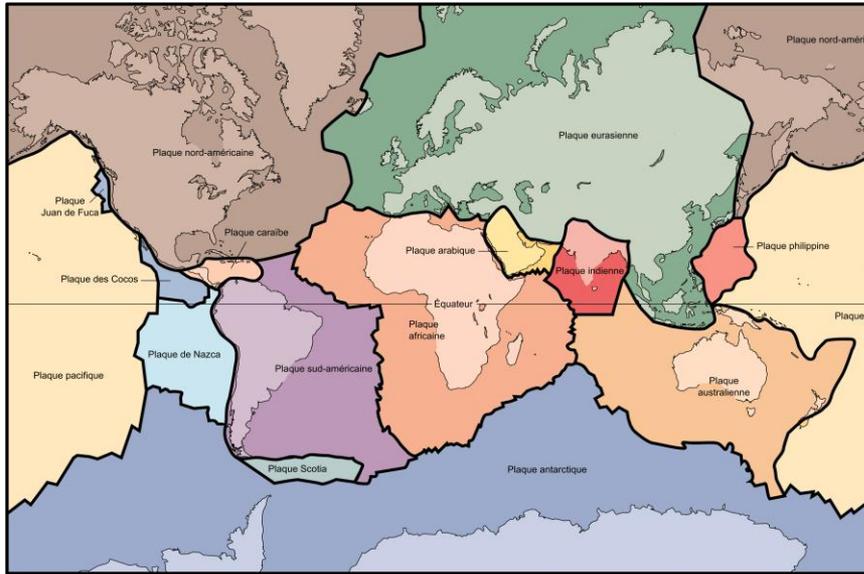


→ Là où la Terre a tremblé, elle tremblera de nouveau.

- Le mouvement des plaques tectoniques est permanent. Les séismes se produisent selon des cycles bien identifiés :
 - ❖ Accumulation continue de contraintes
 - ❖ Déformation élastique des roches le long de la faille
 - ❖ Atteinte du seuil de rupture ⇔ la roche ne peut plus accommoder plus de contraintes
 - ❖ Séisme : libération soudaine de l'énergie accumulée au fil des ans
- Un nouveau cycle s'amorce

Où se produisent les séismes ?

Une sismicité concentrée aux limites de plaques



Contexte sismo-tectonique néo-zélandais

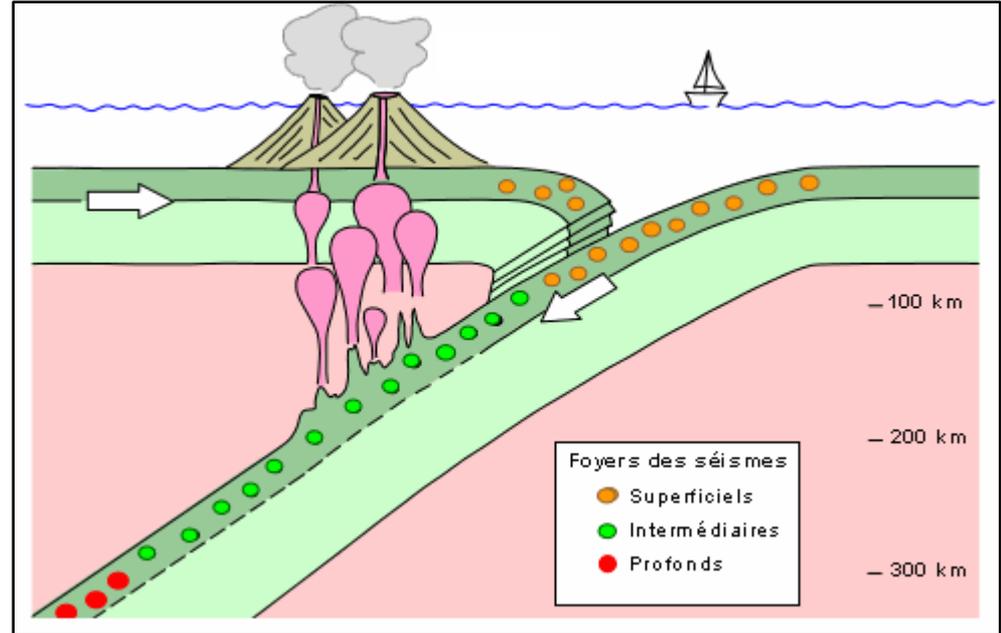
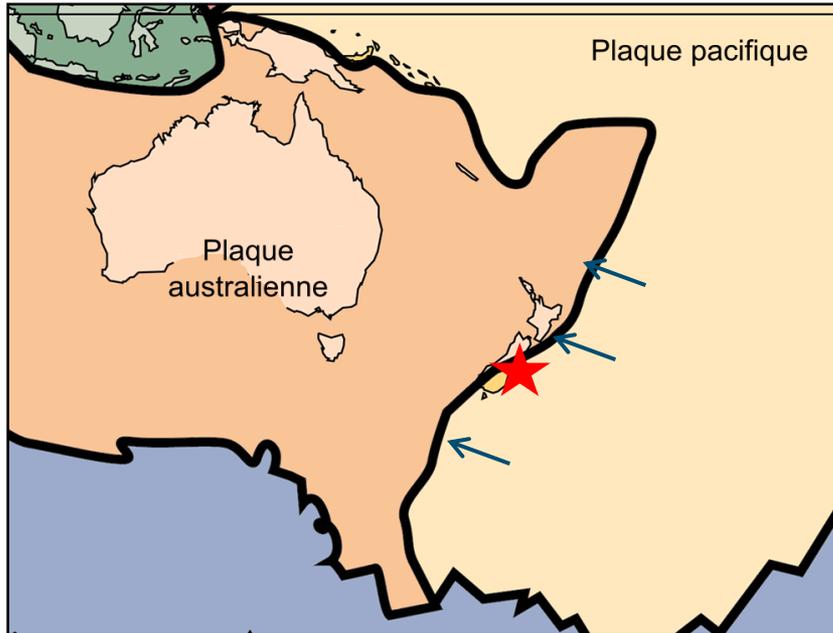
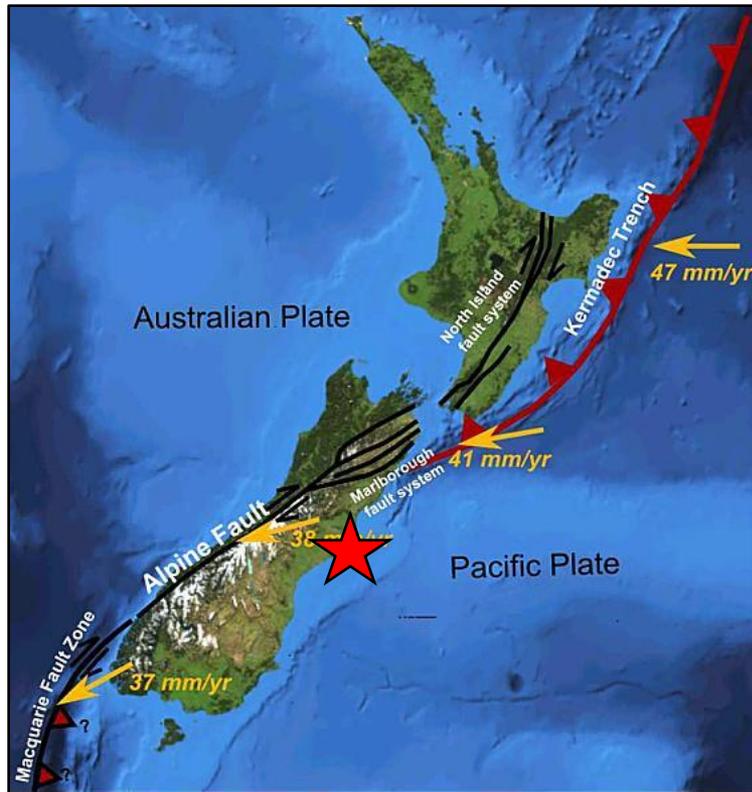


Schéma simplifié d'une zone de subduction

→ En vue éloignée : contexte de subduction.

La plaque pacifique plonge sous la plaque australienne.

Contexte sismo-tectonique néo-zélandais



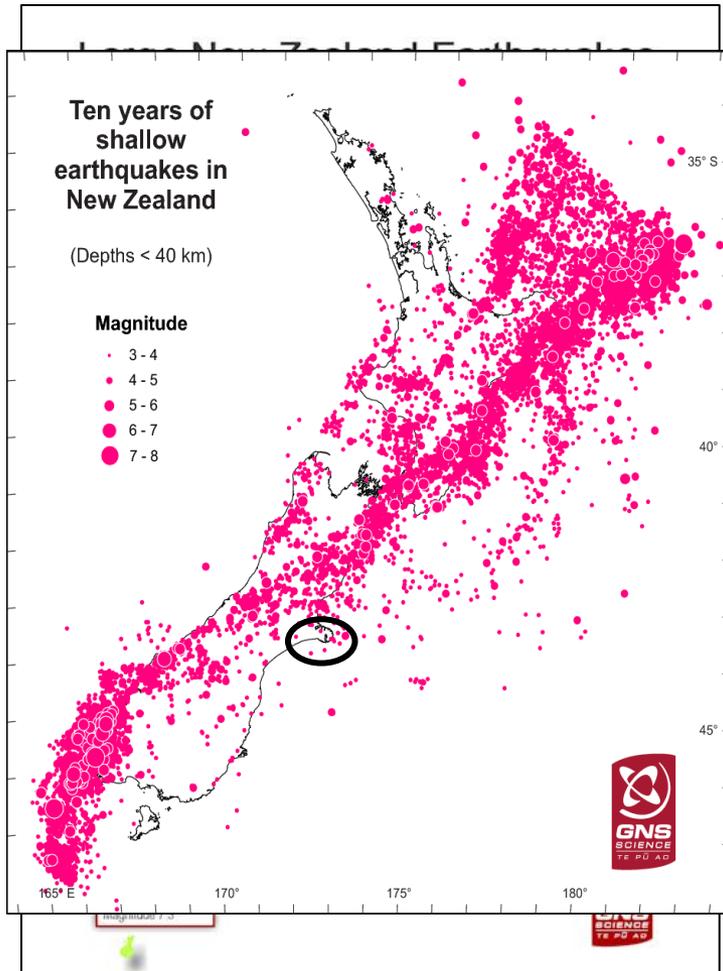
En Nouvelle-Zélande, la subduction n'est marquée que sous l'île du Nord, où elle est responsable du volcanisme, et au sud de l'île du Sud.

L'île du Sud est parcourue par de nombreuses failles mais surtout sur le littoral Ouest, soit à l'opposé de Christchurch.

- ➔ Les séismes de 2010 et 2011 se sont produits loin des zones de contact des plaques et loin de la faille principale qui parcourt l'île du Sud, dans une zone où le risque sismique était considéré comme plus diffus.

Nouvelle-Zélande : des séismes prévisibles ?

Oui et non ...



21 séismes majeurs en 160 ans
293 morts au total dont 256 en 1931

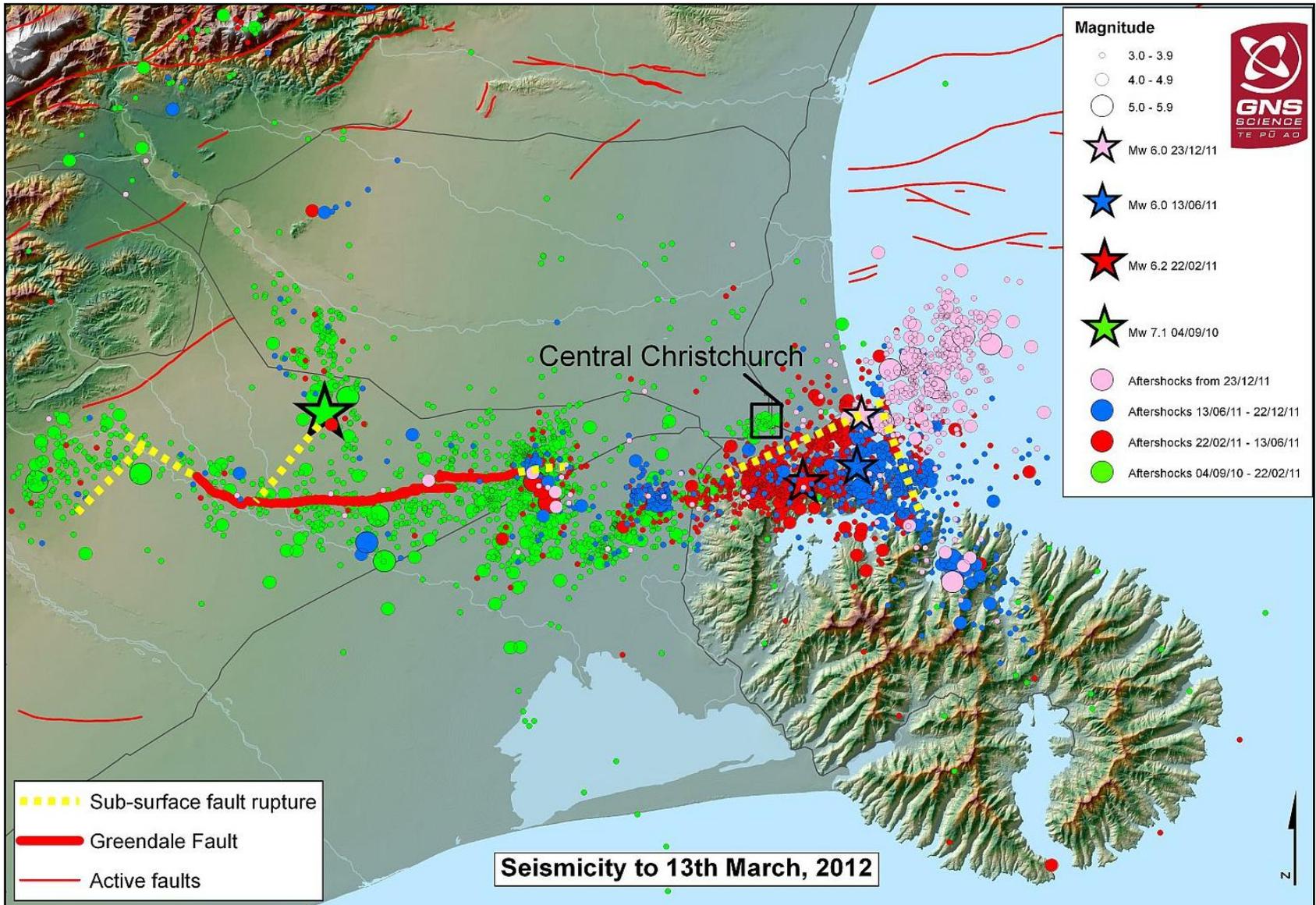
- Pays exposé aux séismes et surveillé
- Existence de règles parasismiques

mais

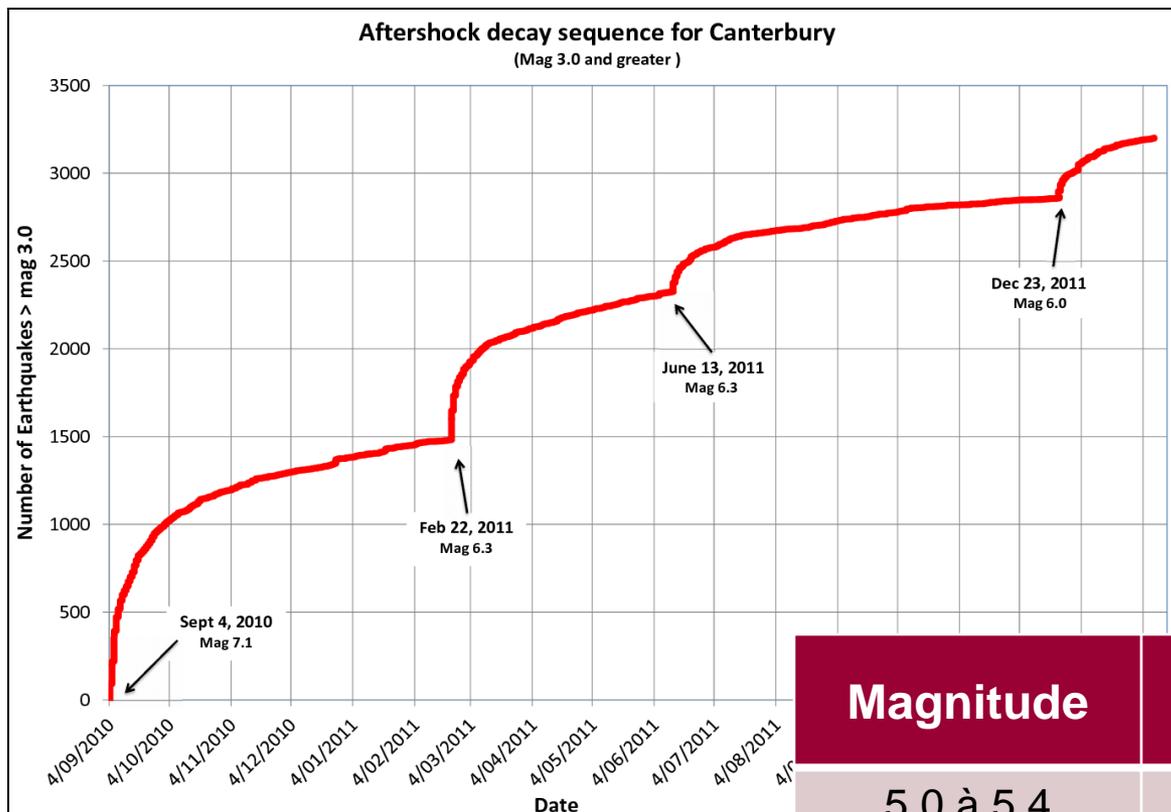
- Nation jeune : 200 ans d'occupation européenne / 1000 ans d'occupation maori mais le maori est une langue parlée et non écrite → pas d'historique au-delà de 200 ans.
 - Presque aucune sismicité en 10 ans autour de Christchurch !
 - Méconnaissance totale de la faille responsable des séismes, faille cachée par une plaine alluviale.
- « Previously unknown fault shakes New Zealand's South Island », Quigley *et al.*, EOS transactions, 2010.

Nouvelle-Zélande : une séquence unique

Quatre séismes destructeurs en seize mois



Nouvelle-Zélande : la situation à ce jour



→ Une nette décroissance de l'activité sismique même si le système se « recharge » après chaque secousse importante.



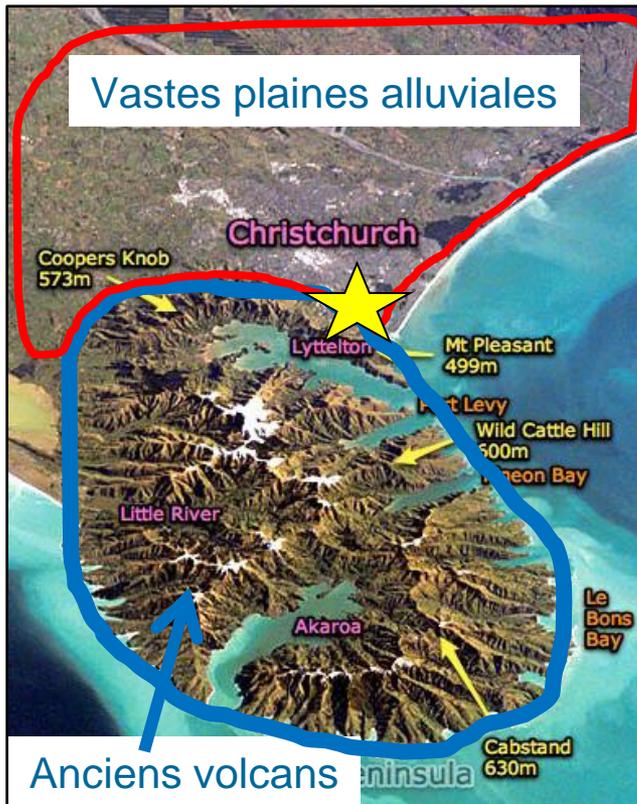
→ Probabilités non négligeables de séismes avec une magnitude $\geq 6,0$ dans l'année à venir (source GNS)

Magnitude	Probabilités à 1 mois	Probabilités à 1 an
5,0 à 5,4	15 %	79 %
5,5 à 5,9	5 %	36 %
6,0 à 6,4	1 %	12 %
6,5 à 6,9	< 1%	3 %
7,0 à 7,9	< 1 ‰	1 %

Séisme de février 2011 : un cas d'école

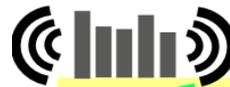
Géologie : des facteurs aggravants

- Plaines alluviales fertiles pour l'agriculture ⇔ Sols « mous » et gorgés d'eau
→ Amplification des ondes et liquéfaction
- Réflexion des ondes sismiques sur les restes d'anciens volcans
→ Energie x2 par rapport à un séisme « idéal ».



Cas « idéal »

L'énergie est dissipée de part et d'autre de la faille



Séisme de février 2011

Les ondes sont bloquées par les anciens volcans et réfléchies en direction de Christchurch

Séisme de février 2011 : un cas d'école

Un centre ville ravagé



Bâtiments ante-1950 : maçonnerie traditionnelle

Séisme de février 2011 : un cas d'école

Un centre ville ravagé



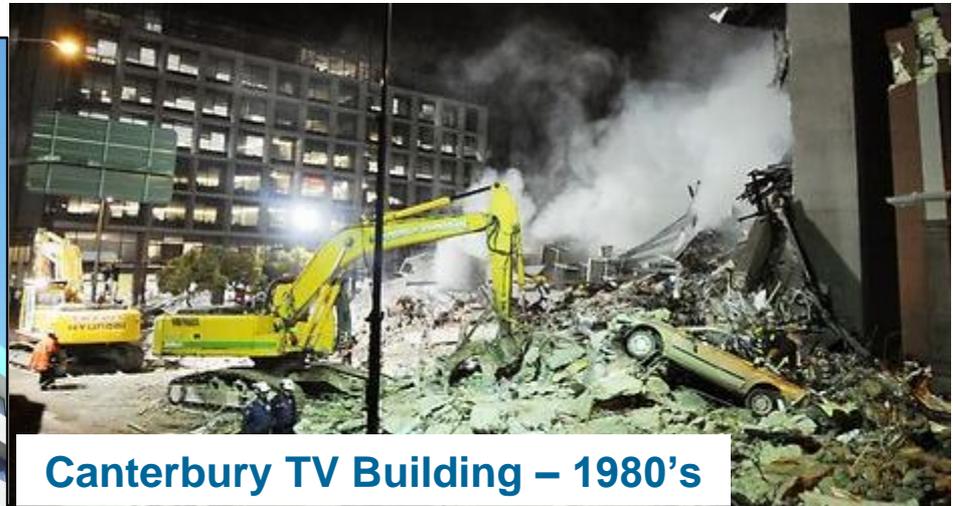
Pyne Gould Building – 1960's



Bâtiments 1960's : béton armé et premières normes parasismiques

Séisme de février 2011 : un cas d'école

Un centre ville ravagé



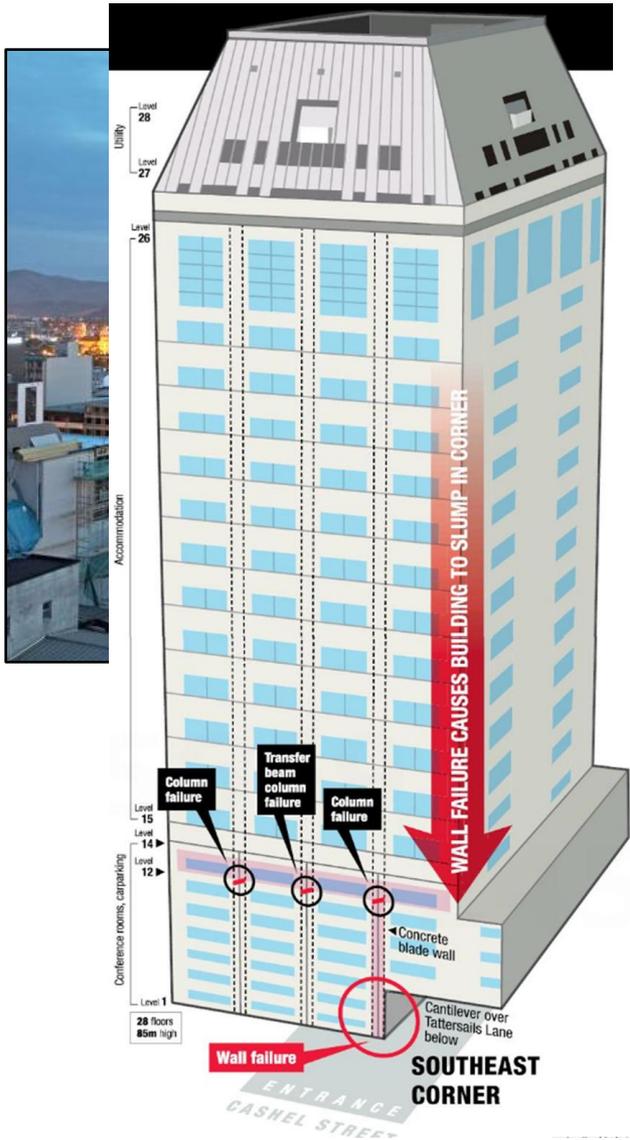
Canterbury TV Building – 1980's



Bâtiments 1980's : normes parasismiques plus strictes

Séisme de février 2011 : un cas d'école

Un centre ville ravagé



→ L'immeuble de 28 étages, récent (1995) et conforme aux normes parasismiques les plus strictes est en cours de démantèlement.



Le but d'une norme parasismique est de maximiser la probabilité de survie des occupants, pas celle du bâtiment.