

Annexe 5

Réflexions sur les besoins en recherche sur les données accélérométriques

John Douglas
BRGM

Le séisme du Japon est le 4^e plus gros de l'ère instrumentale et le plus gros enregistré par les accéléromètres. Il y a un manque de connaissances pour les très gros séismes : si la magnitude maximum est 8 aux Antilles, on a déjà beaucoup de données, mais si on passe à 9, il y a des lacunes.

L'image 2 montre l'incertitude des prédictions pour ce type de séisme. De nouveaux modèles essayent de prendre en compte le changement d'atténuation lié à l'arc volcanique.

L'image 3 montre qu'il y a de plus en plus de modèles empiriques pour estimer les mouvements forts dans les séismes (plus de 200 modèles actuellement : le choix est un problème).

L'image 4 montre les incertitudes sur l'accélération moyenne. Maintenant on a 100 fois plus de données que dans les années 1970, donc normalement le point devrait être plus proche. L'échelle verticale est G. Les points rouges sont des modèles qui répondent bien à pas mal de critères de sélection. Maintenant dans un projet, il faut utiliser plusieurs modèles parce que l'on ne connaît pas quel est le meilleur. Mais quand on prend en compte ces incertitudes, la valeur moyenne augmente.

Image 5 : pour déterminer le meilleur modèle pour les Antilles, nous avons utilisé toutes les données instrumentales sur le réseau accélérométrique basé aux Antilles depuis les années 1990 (séismes supérieurs à 5). Il y a des données jusqu'à la magnitude 7,4. Les données viennent des distances supérieures à 60 km.

Image 6 : pour l'article de 2009 nous avons utilisés en plus des données de Trinidad. Nous avons choisi 8 modèles récents, utilisés souvent dans les études d'évaluation sismique. Nous avons comparé la prédiction et l'observation. Les modèles sont classés de A à D. Un modèle japonais est bien noté (B) mais cette classification est basée sur des petites magnitudes et on ne connaît pas sa qualité pour les fortes magnitudes. Les autres modèles sont très mal notés.

Il faut peut-être installer plus de stations en mer pour être plus proche de la source sismique. Les variabilités liées à l'effet de site sont très fortes : il faut peut-être installer des réseaux très denses (de l'ordre de la dizaine de stations dans une zone de quelques centaines de mètres pour évaluer cette variabilité intersites). Il y a maintenant des capteurs qui ne coûtent pas très cher, utilisant le wi-fi.

Image 7 : les plus fortes accélérations maximales observées. Il y a un maximum de résultats d'origine japonaise, parce que leur réseau de capteurs y est le plus dense.

Image 8 : une explication possible pour les très hautes accélérations observées au Japon. En France, il n'y a pas beaucoup de stations donnant des profils de vitesse. Il est très important de mieux caractériser les sites dans le réseau accélérométrique : on utilise mal les données quand on ne sait pas bien quel est le type de sol.

Réflexions sur
les besoins en recherche sur
les données accélérométriques
John DOUGLAS

Les plus forts séismes de l'ère instrumentale

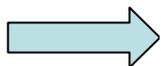
1. Chili 1960 Mw 9.5
2. Alaska 1964 Mw 9.2
3. Sumatra 2004 Mw 9.1
4. **Tohoku 2011 Mw 9.0**
5. Kamchatka 1952 Mw 9.0

Source: USGS

Les plus forts enregistrés par les accéléromètres

1. **Tohoku 2011 Mw 9.0**
2. Maule, Chili 2010 Mw 8.8*
3. Peru 2001 Mw 8.4*
4. Tokachi-Oki 2003 Mw 8.3
5. Tokachi-Oki 1968 Mw 8.2*

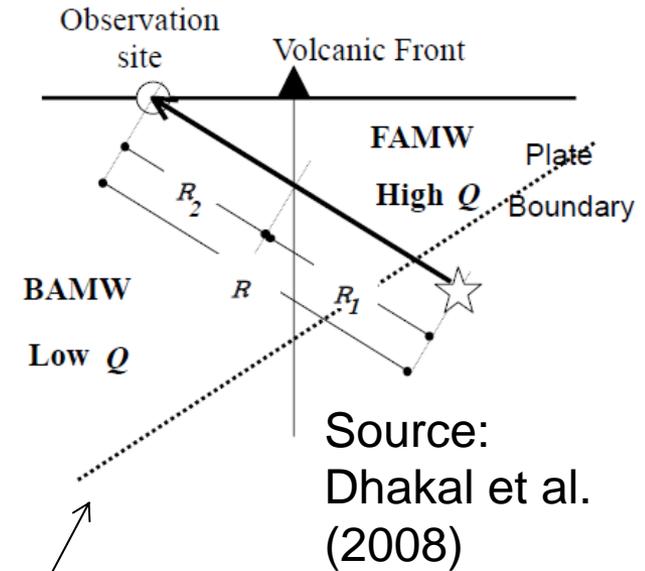
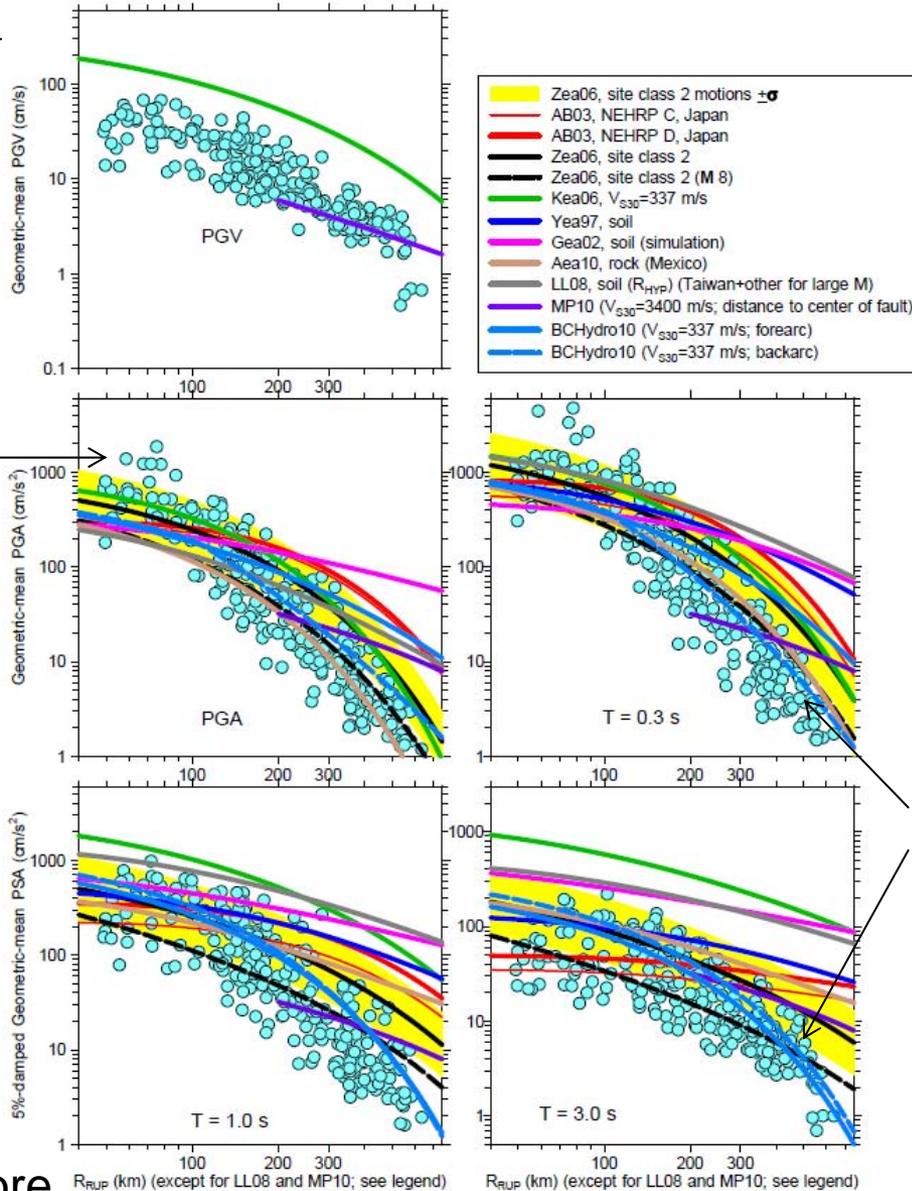
* Très peu de données



Manque d'informations sur les très forts séismes

Quel est le M_{\max} possible aux Antilles? M_w 8 selon Geoter (2002)

Comparaison entre accélérations observées et estimées



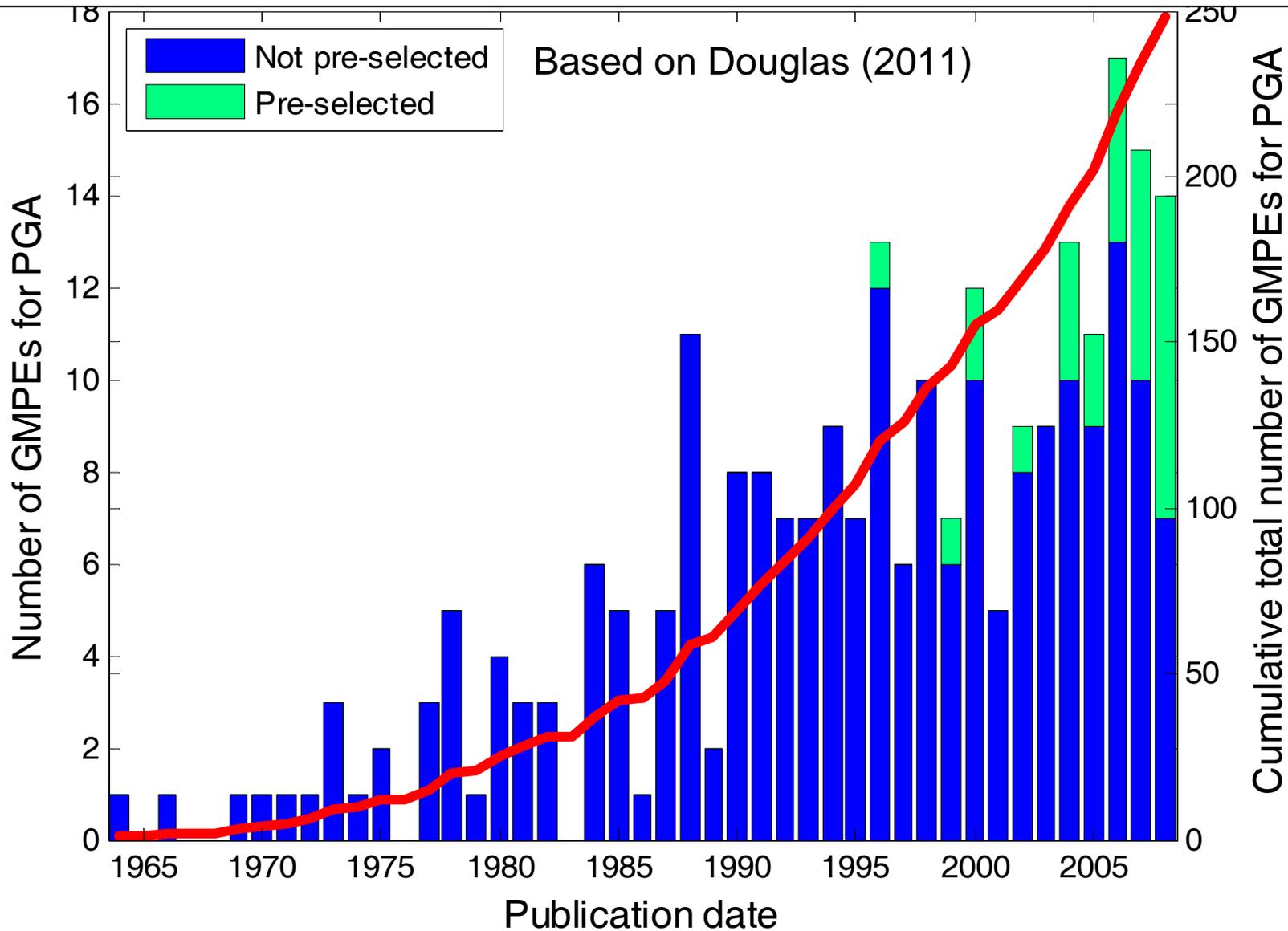
A courtes distances des valeurs supérieurs que prévues

➡ Pour les Antilles?

A longues distances et basses fréquences des valeurs inférieures que prévues

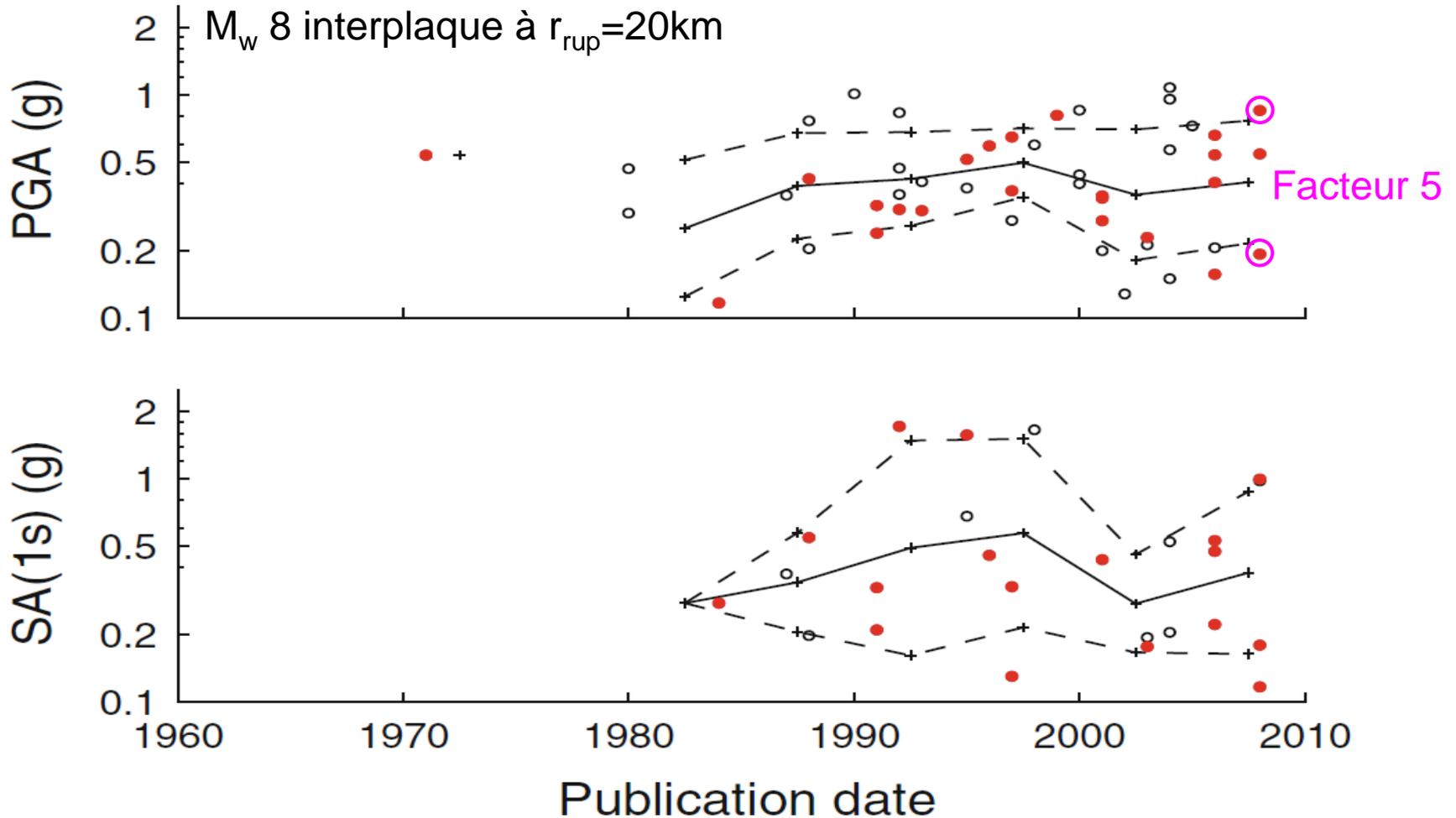
Source: D. M. Boore

Nombre des GMPEs



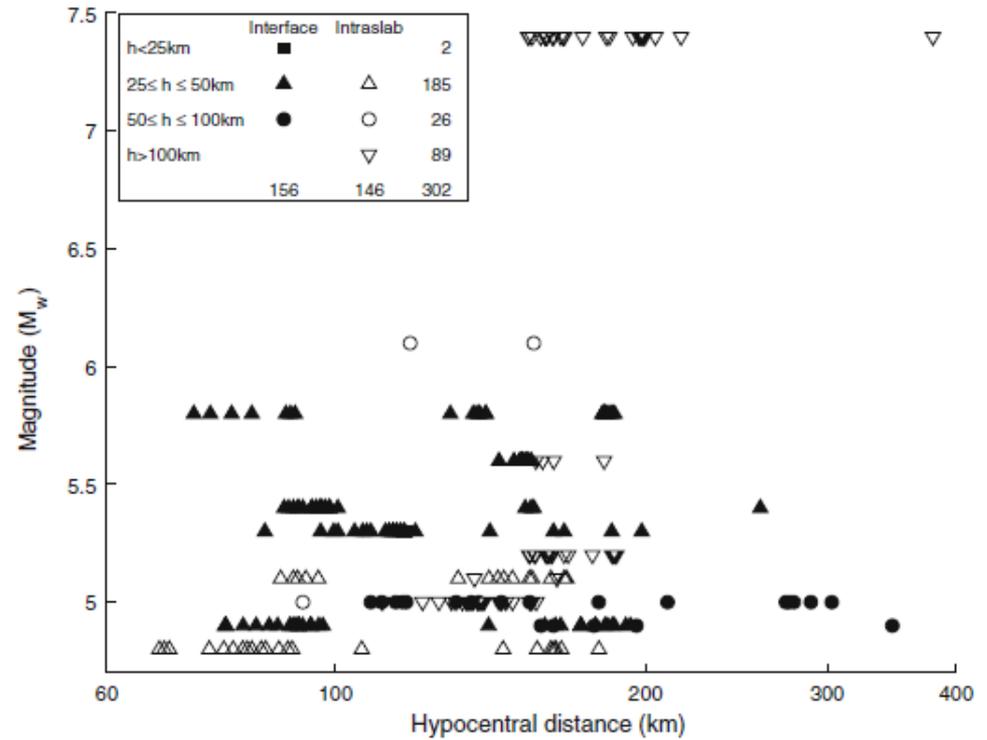
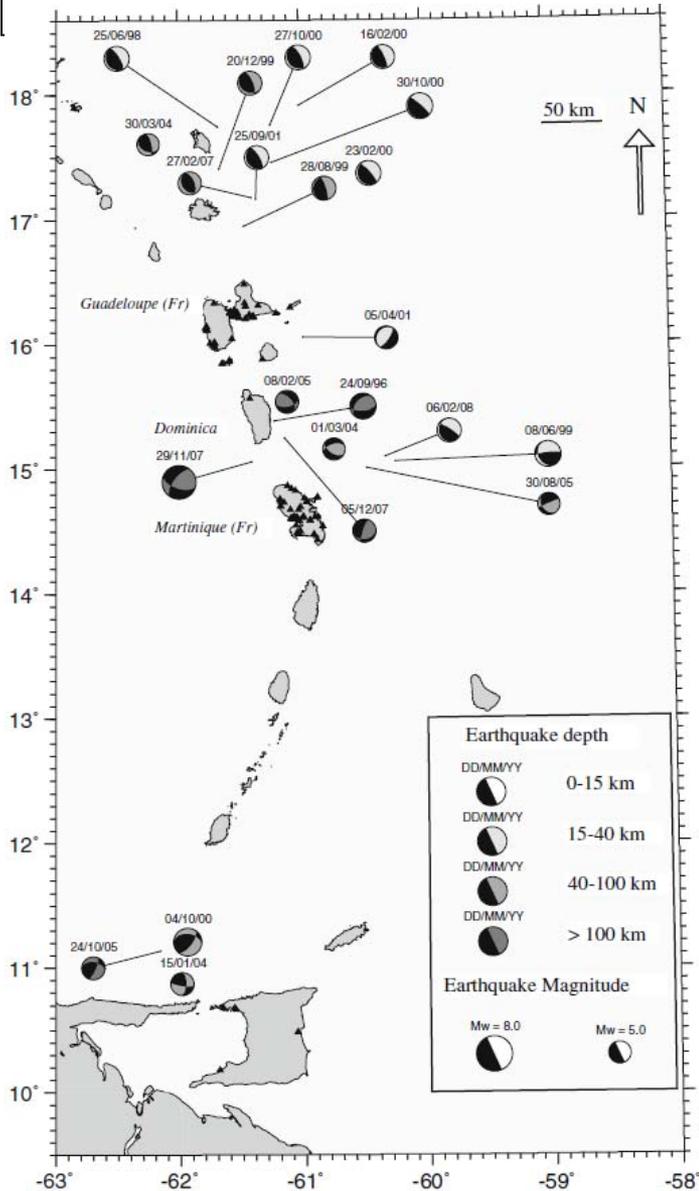
Incertitudes épistémiques

Douglas (2010)



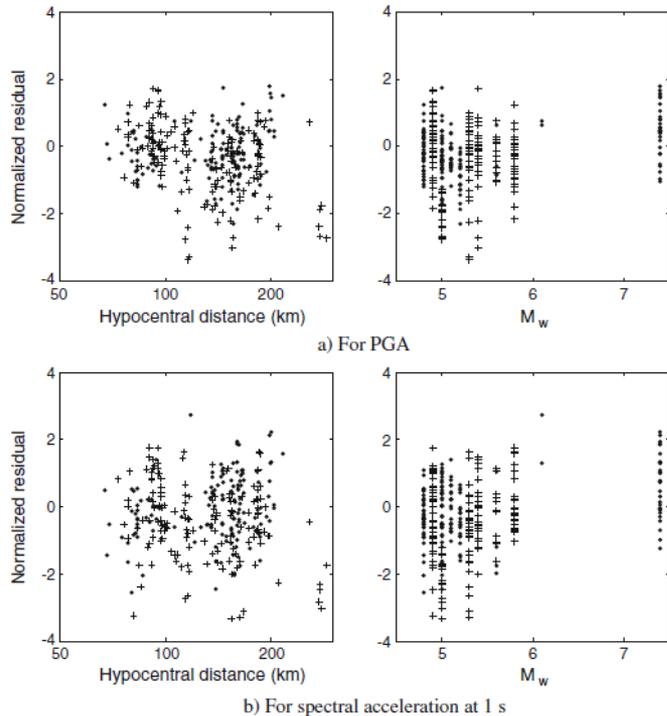
Fort impact sur l'évaluations de l'aléa

Séismes principaux enregistrés par les accéléromètres



Douglas & Mohais (2009)
 Douglas et al. (2006)

Résultats de Douglas & Mohais (2009)



- Faire des simulations pour compléter la base de données?
- Utiliser des données de zones similaires (par ex. Japon)?
- Installer des OBS pour être plus proche des sources sismiques?
- Installer des capteurs sur les îles voisines (par ex. Dominique)?
- Installer des réseaux denses (par ex. MEMs Wi-Fi) pour mieux connaître la variabilité entre sites?

Table 5 Ranking of different GMPEs for modelling the entire Lesser Antilles subduction earthquake ground motion dataset

Model	Rank	MEDLH	MEDNR	MEANNR	STDNR
Atkinson and Boore (2003)	D	0.001	2.413	2.532	2.429
Crouse (1991)	D	0.008	-1.986	-1.784	2.069
García et al. (2005)		N/A—model only for intraslab events			
Kanno et al. (2006)	B	0.351	-0.254	-0.280	1.004
Lin and Lee (2008)	D	0.140	-0.507	-0.547	1.503
McVerry et al. (2006)	D	0.049	-0.968	-1.048	1.800
Youngs et al. (1997)	C	0.241	-0.711	-0.707	1.061
Zhao et al. (2006)	C	0.238	-0.432	-0.479	1.201

MEDLH is the median LH value (see text), MEDNR is the median normalized residual, MEANNR is the mean normalized residual, and STDNR is the standard deviation of the normalized residuals

Les plus fortes accélérations maximales observés

1. 3.9g à IWTH25 (Iwate-Miyagi Nairiku 2008)
2. 2.9g à MYG004 (Tohoku 2011)
3. 2.5g à AKTH04 (Iwate-Miyagi Nairiku 2008)
4. 2.4g à Inverson Station 1 (Nahanni 1985) (vertical)
5. 2.1g à Kawaguchi (Niigata AS 2004)
6. 2.0g à Narusety (Miyagi FS 2003)
7. 2.0g à MYG012 (Tohoku 2011)
8. 1.9g + 1.8g (v) à Cape Mendocino (1992)
9. 1.8g à IBR003 (Tohoku 2011)
10. 1.8g à Fault Zone 16 (Parkfield 2004)
11. 1.8g à OSK2 (Miyagi-Oki 2005)
12. 1.8g à MYG013 (Tohoku 2011)
13. 1.8g à Tarzana (Northridge 1994)

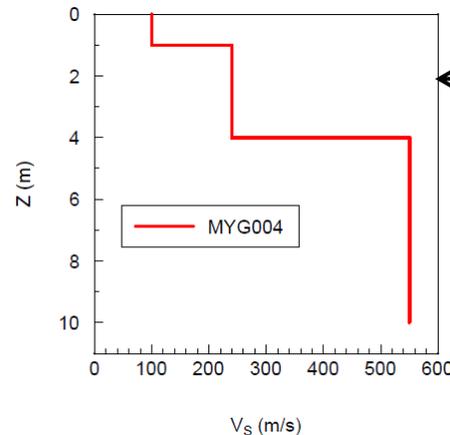
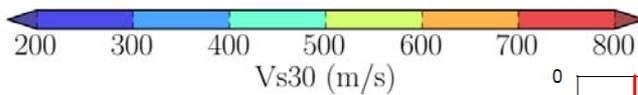
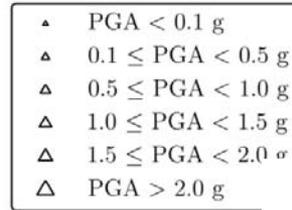
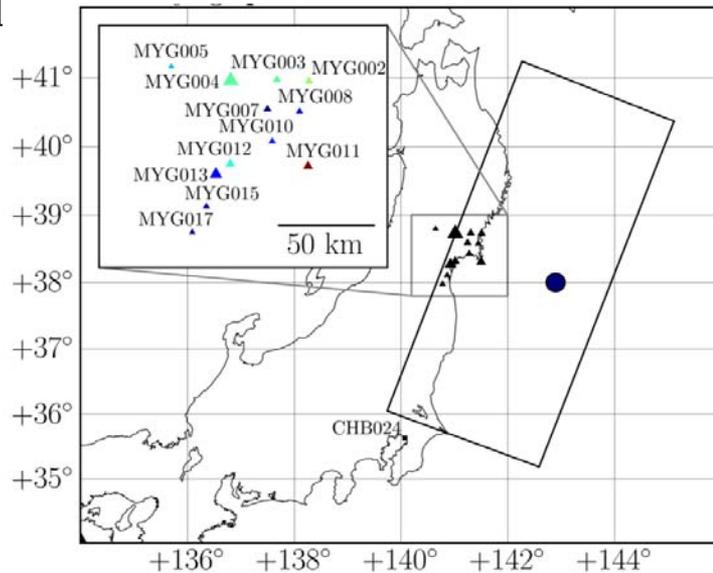
Source: Strasser
& Bommer (2009)



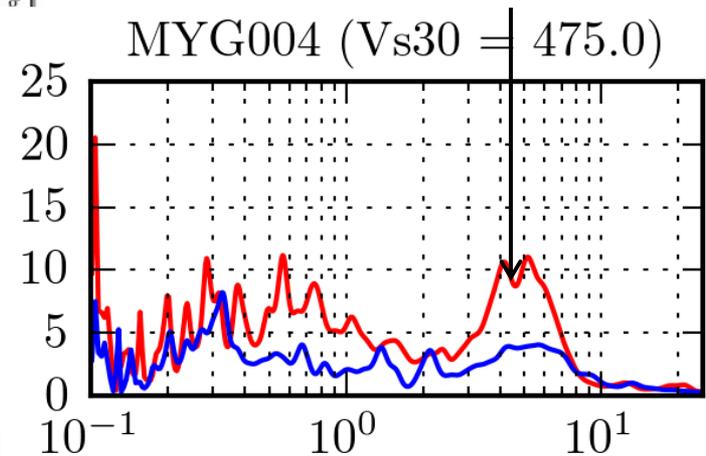
Il faut comprendre les mécanismes qui peuvent
générer ces mouvements extrêmes

Explication?

Source: F. Bonilla



Forte amplification à 4-8Hz



$V_s/4H \sim 150/4 \times 4 = 9\text{Hz}$



Très important de mieux caractériser les sites (par ex. profils de vitesse + atténuation)