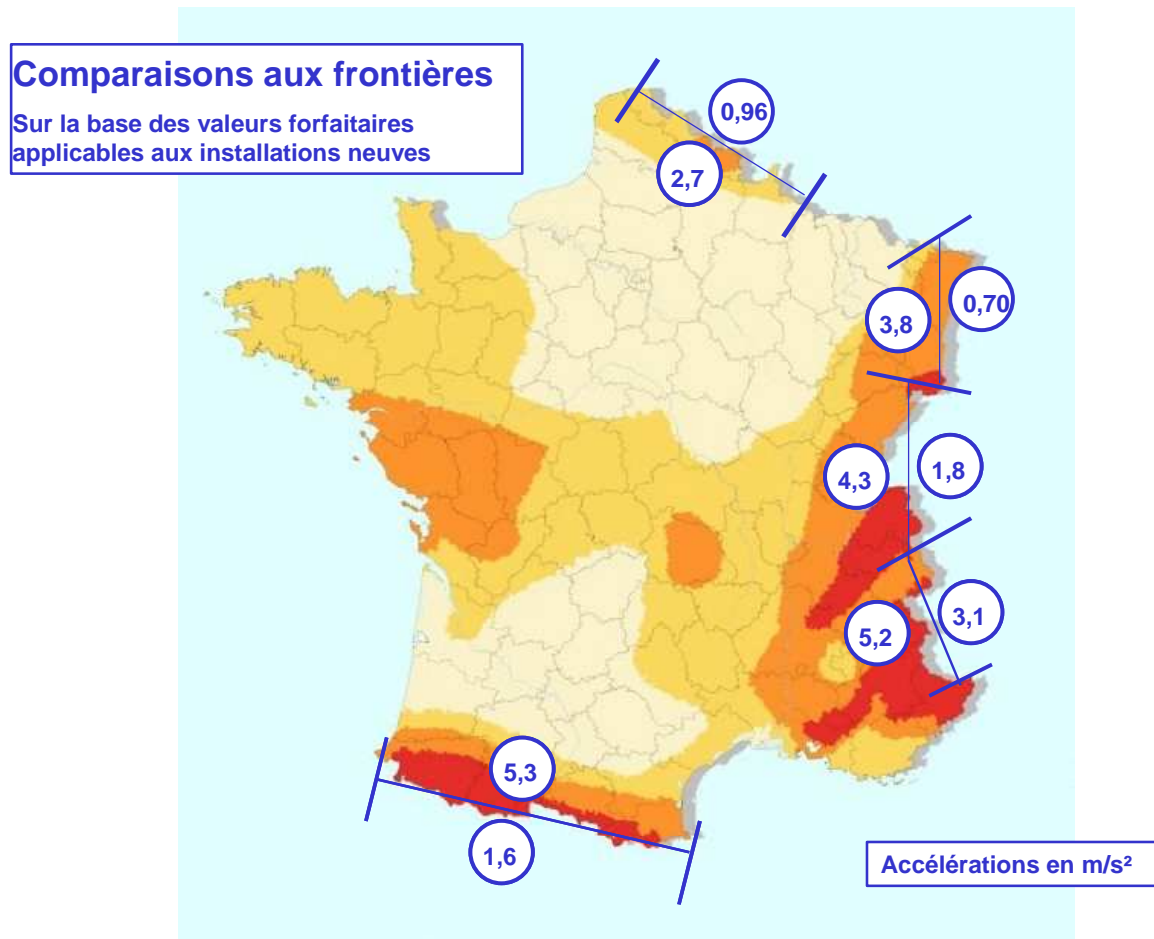




14 octobre 2009

## Comparaisons aux frontières de la France d'accélération potentiellement applicables aux installations à risques

En support au courrier adressé le 27 août 2009 par le Président de l'AFPS au Directeur Général de la Prévention des Risques (MEEDDM), l'objet de ce mémo est d'expliquer l'origine des niveaux comparés d'accélération aux frontières, potentiellement applicables aux installations à risques, présentés par l'AFPS (figure 1).



**Figure 1** : Carte diffusée par l'AFPS le 27 août 2009

## **Sources**

### *Sources françaises*

- [1] Projet de décret relatif à la prévention du risque sismique, NOR : DEVP0762216D
- [2] Projet d'arrêté fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées, diffusé par lettre de la Direction Générale de la Prévention des Risques, en date du 23 juin 2009.

### *Sources étrangères*

#### **Belgique**

- [3] NBN-ENV 1998-1-1 : 2002 NAD-E/N/F. Eurocode 8 : Conception et dimensionnement des structures pour la résistance au séisme – Partie 1-1 : Règles générales – Actions sismiques et exigences générales pour les structures. Avril 2002.

#### **Allemagne**

- [4a] DIN 4149, Bauten in Deutschland Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten (Bâtiments dans les zones sismiques allemandes - Suppositions de charge, dimensionnement et construction de bâtiments conventionnels), avril 2005
- [4b] Der Lastfall Erdbeben im Anlagenbau. Leitfaden zur Anwendung der DIN 4149 :2005 auf Tragwerke und Komponenten in der chemischen Industrie, mars 2009

#### **Suisse**

- [5] SIA 261 Norme de construction parasismique, 2006

#### **Italie**

- [6] Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519.All.1b, avril 2006

#### **Espagne**

- [7] Norma de construccion sismorresistente NCSE-02 - Parte general y edificacion, octobre 2002

Les cartes de zonage des pays voisins sont reproduites en annexe. Cependant, pour des raisons commerciales, certaines des références étrangères utilisées ne peuvent pas être diffusées par l'AFPS comme pièces jointes à ce mémo. L'ensemble de ces références est joint au dossier d'étude consultable dans les locaux de l'Association.

## **Principes de traitement des sources**

### *Etendue de la comparaison*

La comparaison a été faite sur les valeurs d'accélération au rocher uniquement.

Dans l'esprit d'une comparaison pertinente avec les normes des pays voisins, ce sont les valeurs de l'approche forfaitaire de la référence [2], applicables aux installations neuves qui ont été retenues.

### Valeur moyenne par frontière

Les découpages administratifs de part et d'autre des frontières ne coïncident en général pas. La notion même de zone n'est pas applicable dans les pays où l'Administration a établi une liste de valeurs d'accélération par commune. Pour ces raisons, et de façon à obtenir un résultat présentant un caractère raisonnablement synthétique, il a été décidé de calculer des valeurs moyennes le long des frontières entre la France et chacun des pays voisins.

La partie de frontière en zone 1 a été neutralisée dans l'étude<sup>1</sup>. En effet, dans cette partie de frontière on dispose d'une valeur d'accélération coté français, mais pas dans les pays voisins. La question est reprise plus bas au paragraphes Belgique et Allemagne.

### Longueur des frontières

Les valeurs moyennes calculées le long d'une frontière ont été obtenues en pondérant les valeurs d'accélération par le kilométrage portant cette valeur (valeurs d'accélération et kilométrages associés figurent dans les tableaux ci-après). On pourra observer que le kilométrage total obtenu reste inférieur à celui que fournissent les sources encyclopédiques. Ceci provient du fait qu'en règle générale les frontières présentent une tortuosité qui en augmente artificiellement la longueur par rapport à une mesure qui fait sens pour la comparaison entreprise ici.

Les valeurs figurant dans sur la carte jointe au courrier AFPS du 27 août 2009 ont été obtenues à partir d'un relevé manuel de longueurs de frontière sur des cartes. Les valeurs présentées ici ont été obtenues à partir d'un relevé faisant appel à des outils informatiques offrant une meilleure précision, tout en conservant le lissage des tortuosités de la frontière. Ceci explique les légères différences de résultat.

### **Traitement des sources françaises**

Nous présentons le traitement sur l'exemple pris le long de la frontière espagnole. La procédure s'applique à chaque frontière, et l'ensemble est résumé dans le tableau 1.

La longueur de la frontière espagnole est estimée à 524 km, parmi lesquels 458 km en zone 4 (accélération de 5,50 m/s<sup>2</sup> dans le projet d'arrêté pour une installation neuve) et 66 km en zone 3 (accélération de 3,52 m/s<sup>2</sup>). La valeur moyenne est calculée en pondérant la valeur d'accélération d'une zone par la longueur de frontière située dans cette zone :

$$a_{\text{moy}} = (5,50 * 458 + 3,52 * 66) / 524 = 5,3 \text{ m/s}^2$$

### **Traitement des sources étrangères**

#### Principes

Les sources utilisées présentent suivant les cas des valeurs d'accélération calculées à 475 ans de période retour ou des valeurs applicables au bâti courant dans le pays considéré. Sauf dans

---

<sup>1</sup> D'où l'absence de comparaison avec le Luxembourg.

le cas de l'Espagne (voir le paragraphe correspondant), la valeur moyenne a été obtenue de la même façon que du côté français.

Ensuite, pour obtenir des valeurs d'accélération pertinentes pour les installations à risques, on a appliqué un coefficient d'importance de 2,2 à la valeur moyenne précédemment obtenue, en partant du principe que ces installations seraient protégées contre des événements de période de retour 5000 ans ; l'Allemagne faisant exception à cette règle, comme rappelé ci-dessous.

### Belgique

Sur la frontière, les zones 0, 1 et 2 du territoire belge correspondent respectivement aux zones 1, 2 et 3 du projet de zonage français. Du fait qu'aucune accélération n'est affectée en Belgique à la zone 0, la partie de frontière correspondante a été neutralisée dans l'étude.

La référence [3] note que les zones 1 et 2 supportent respectivement des PGA de 0,05g et 0,10g correspondant à des périodes de retour de 475 ans. Néanmoins, pour l'application de l'Eurocode 8 cette référence retient pour valeurs de  $a_g$ , des accélérations effectives respectivement égales à 0,035g et 0,070g. Ce sont ces valeurs que nous avons reprises et qui figurent dans le tableau 2, converties en  $m/s^2$  ( $g=10 m/s^2$ ). On trouve aussi dans le tableau le kilométrage de frontière afférent à ces valeurs, la valeur moyenne obtenue par pondération comme déjà indiqué et la valeur résultant de la multiplication par le coefficient d'importance, ici 2,2.

### Allemagne

Dans la référence [4a], le territoire allemand est réparti en quatre zones numérotées de 0 (sismicité négligeable) à 3. La frontière avec la France est intéressée par les quatre zones. Cependant, comme en Belgique, aucune accélération n'est affectée à la zone 0. De ce fait la partie de frontière commune considérée dans l'étude est limitée à celle qui correspond aux zones 1, 2 et 3 côté allemand<sup>2</sup>. A ces zones sont affectées respectivement les accélérations 0,4, 0,6 et 0,8  $m/s^2$  qu'on trouve dans le tableau 2, avec les kilométrages associés. Côté français, cette partie de frontière se situe en zones 3 et 4, comme on le voit dans le tableau 1.

La référence [4b] stipule explicitement qu'en Allemagne les installations à risques sont protégées contre des événements de période de retour 2000 ans et supportent de ce fait un coefficient d'importance de 1,6. C'est la valeur retenue dans cette étude.

### Suisse

Le territoire suisse est aussi réparti en quatre zones, numérotées 1, 2, 3a et 3b, affectées respectivement des accélérations 0,6, 1,0, 1,3 et 1,6  $m/s^2$  reportées dans le tableau 2 avec les kilométrages de frontière associés. L'essentiel de la frontière avec la France se situe en zone 1.

L'écart de kilométrage cumulé entre les tableaux 1 et 2 est dû à la forme du lac Léman.

---

<sup>2</sup> On aurait pu considérer l'ensemble de la frontière commune et retenir côté allemand une accélération nulle en zone 0 et côté français la valeur 1,54  $m/s^2$  en zone 1. Ceci aurait encore creusé l'écart déjà important entre les deux pays.

Zone	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Acc. moyenne le long de la frontière
Accélération dans la zone	2,42	3,52	5,50	
Frontière avec	Nombre de km dans la zone considérée			
Belgique *	263	81		<b>2,7</b>
Allemagne *		182	14	<b>3,7</b>
Suisse		220	230	<b>4,5</b>
Italie		65	339	<b>5,2</b>
Espagne		66	458	<b>5,3</b>
* On trouvera aux paragraphes « Belgique » et « Allemagne » des explications sur les limites aux longueurs de frontière considérées.				
<b>Tableau 1</b> : Valeurs d'accélération moyennes côté français				

Pays	Lecture des sources					acc moy	coef import.	acc moy x coef
	acc	0,35	0,70					
<b>Belgique</b>	acc	0,35	0,70			0,43	2,20	<b>0,95</b>
	km	263	81					
<b>Allemagne</b>	acc	0,40	0,60	0,80		0,46	1,60	<b>0,74</b>
	km	148	34	14				
<b>Suisse</b>	acc	0,60	1,00	1,30	1,60	0,79	2,20	<b>1,7</b>
	km	354	36	56	39			
<b>Italie</b>	acc	1,25	1,50	1,75		1,39	2,20	<b>3,1</b>
	km	207	167	30				
<b>Tableau 2.</b> Valeurs d'accélération moyennes dans les pays voisins (hors Espagne) le long de la frontière avec la France. Accélérations en m/s <sup>2</sup> .								

Commune (d'ouest en est)	acc source (g)
Baztan	0,05
Auritz	0,05
Uztarroze	0,07
Villanua	0,06
Sallent de Gallego	0,10
Bielsa	0,10
Vielha	0,04
Lladorre	0,06
Guils de Cerdanya	0,07
Puycerda	0,08
Villalonga	0,11
Albanya	0,10
La Jonquera	0,09
Portbou	0,06
Accélération moyenne	0,074 g
Accélération moyenne * 9,81 * 2,2	<b>1,6 m/s<sup>2</sup></b>
<b>Tableau 3</b> : Evaluation de la valeur moyenne d'accélération en Espagne le long de la frontière avec la France.	

### Italie

La référence [6] (via le site Internet du Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) détermine une valeur d'accélération par commune. En principe on pourrait identifier les communes situées le long de la frontière avec la France et obtenir de cette façon une valeur précise de l'accélération moyenne le long de la frontière (modulo la question de la tortuosité).

Ce n'est pas ce qui a été fait ici. On a simplement affecté à chaque zone la valeur maximale d'accélération de la fourchette correspondante. Il en résulte donc un majorant de la valeur qu'on obtiendrait en procédant commune par commune. Trois zones sont concernées par la frontière avec la France ; les valeurs hautes des fourchettes correspondantes sont de 0,125, 0,150 et 0,175 g respectivement. Ces valeurs converties en m/s<sup>2</sup> figurent dans le tableau 2, avec les kilométrages associés.

### Espagne

La carte de la référence [7] ne présente pas un zonage très fin, et deux zones seulement intéressent la frontière avec la France. En revanche cette référence fournit une valeur d'accélération par commune. On a donc repéré un certain nombre de communes, approximativement équiréparties le long de la frontière, dont la liste figure dans le tableau 3. On a considéré qu'une moyenne arithmétique des valeurs d'accélération affectées à ces communes était représentative de l'accélération moyenne le long de la frontière.

### Conclusion

Le tableau 4 récapitule les résultats obtenus.

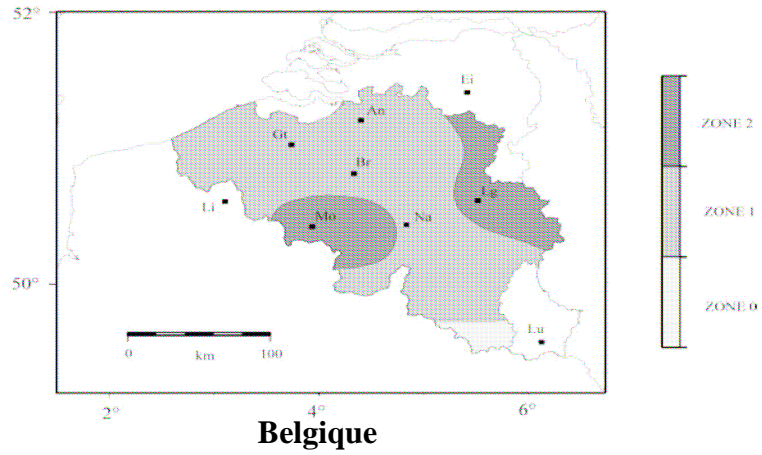
<b>Frontière avec</b>	<b>Côté France</b>	<b>Côté pays voisin</b>
<b>Belgique</b>	<b>2,7</b>	<b>0,95</b>
<b>Allemagne</b>	<b>3,7</b>	<b>0,74</b>
<b>Suisse</b>	<b>4,5</b>	<b>1,7</b>
<b>Italie</b>	<b>5,2</b>	<b>3,1</b>
<b>Espagne</b>	<b>5,3</b>	<b>1,6</b>

**Tableau 4** : Récapitulatif des valeurs d'accélération moyennes le long des frontières. Accélération en m/s<sup>2</sup>.

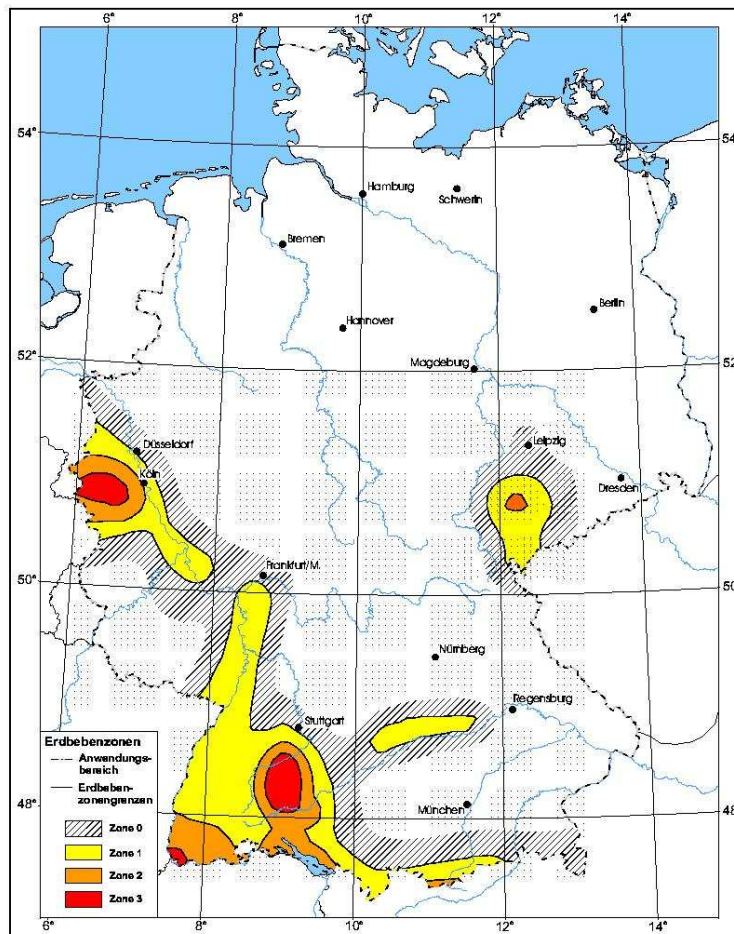
Cette étude consolide les valeurs présentées par l'AFPS dans son courrier du 27 août 2009. La mise en œuvre de moyens plus puissants a permis de vérifier les valeurs précédemment calculées à partir de relevés sur carte ; en effet, *in fine*, celles des valeurs qui sont ajustées ne le sont que de façon tout à fait marginale. Une approche plus fine reste envisageable, mais ceci ne semble pas utile au vu de l'ampleur des écarts déjà mis en évidence.

## Annexe

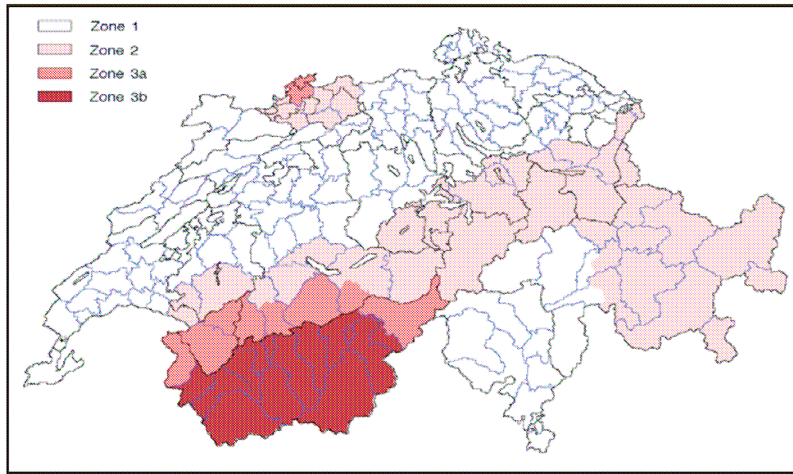
### Zonages sismiques des pays voisins



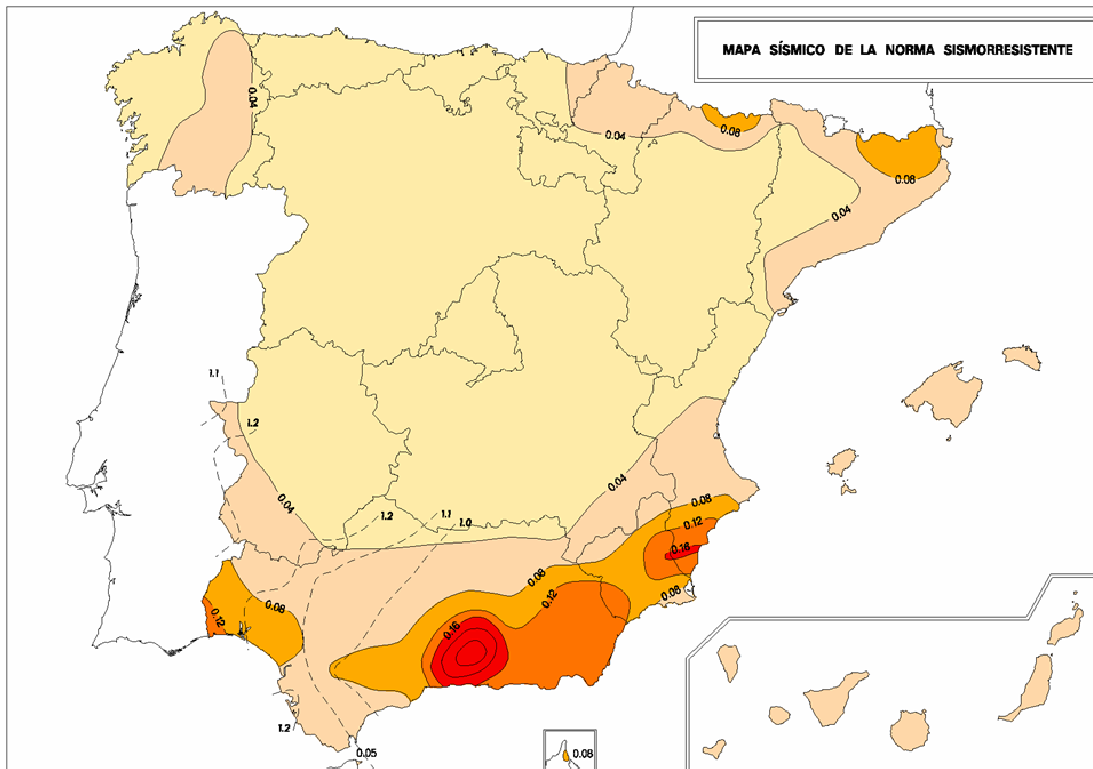
### Karte der Erdbebenzonen



### Allemagne



Suisse



Espagne

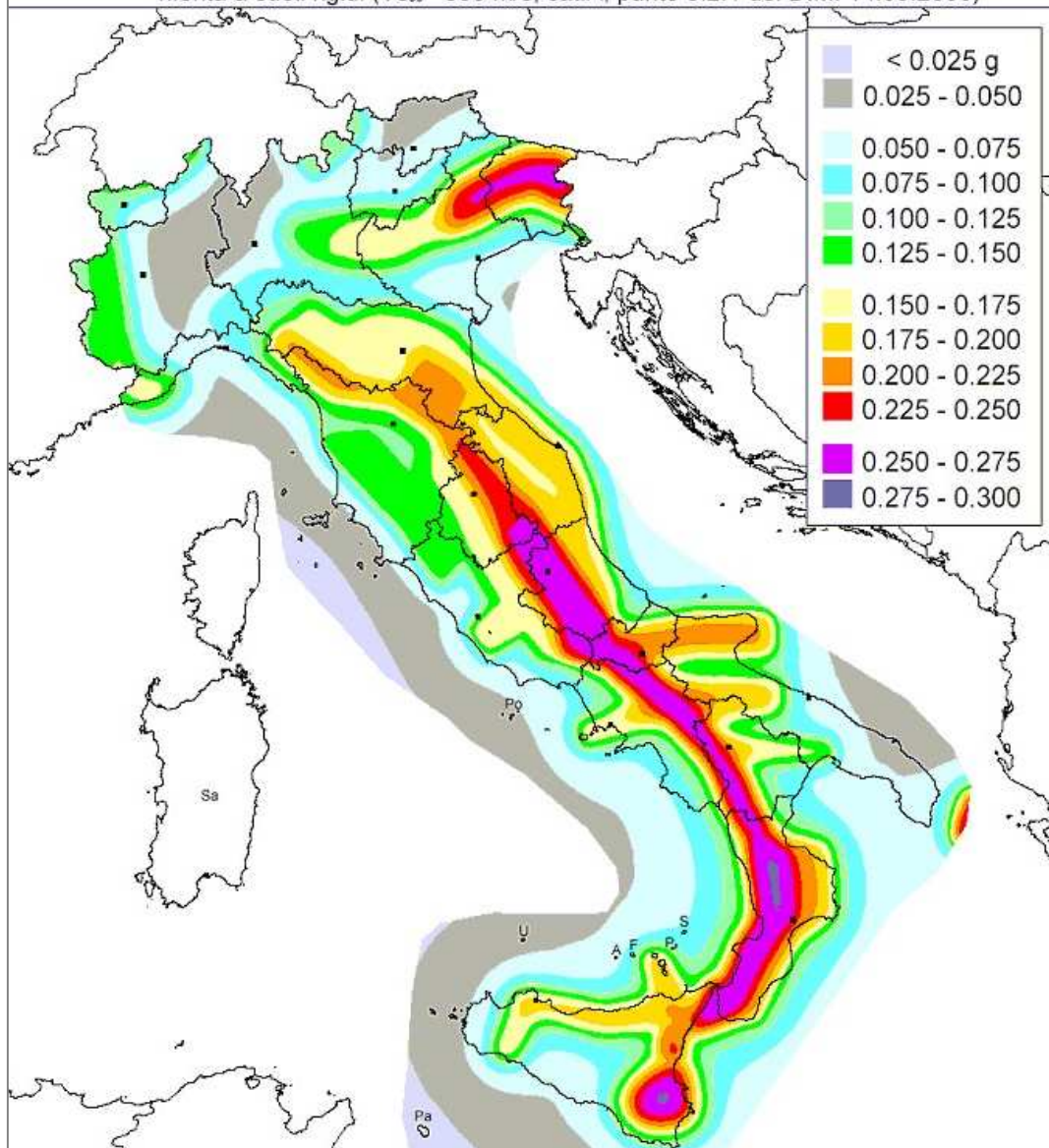


### Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo  
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Italie