

Risque sismique dans les vallées alpines

Contexte et perspectives réglementaires

Réglementation actuelle

- Zonage 1991 et PS92



Perspectives

- Niveau national
 - Nouveau zonage
 - Nouvelle réglementation technique : EC8
- Modulations locales
 - Outil PPR
 - Enseignements SISMOVALP

Cadre général

Réglementation nationale

- Zonage officiel définissant les zones et leur niveau de sismicité
- Définition des classes d'importance des ouvrages
- Corpus de règles techniques pour le dimensionnement des ouvrages neufs
 - (géotechnique, béton, bois, acier, ...)

Niveau local

- Possibilité de modulation locale au travers d'un PPRNs (plan de prévention des risques naturels sismiques)
 - Cartes + règlements
- Lorsqu'il est approuvé, prime sur les règles nationales
- Possibilité d'action sur les ouvrages existants

Prise en compte réglementaire du risque sismique

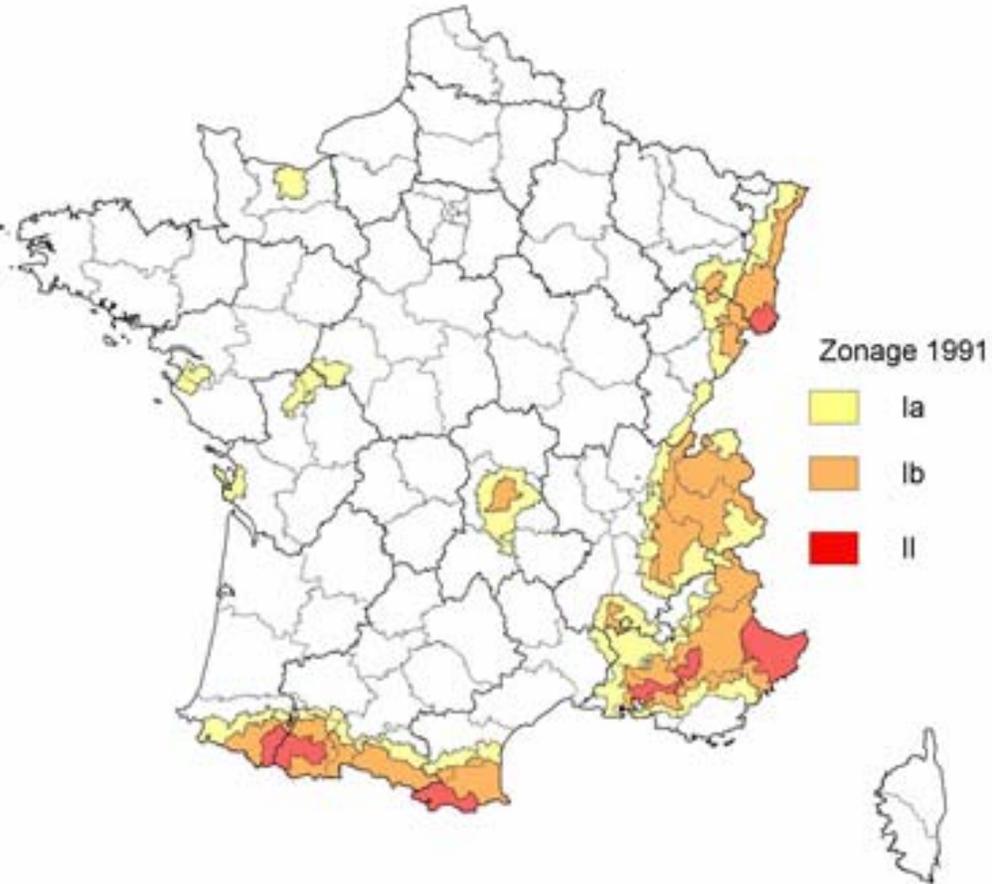
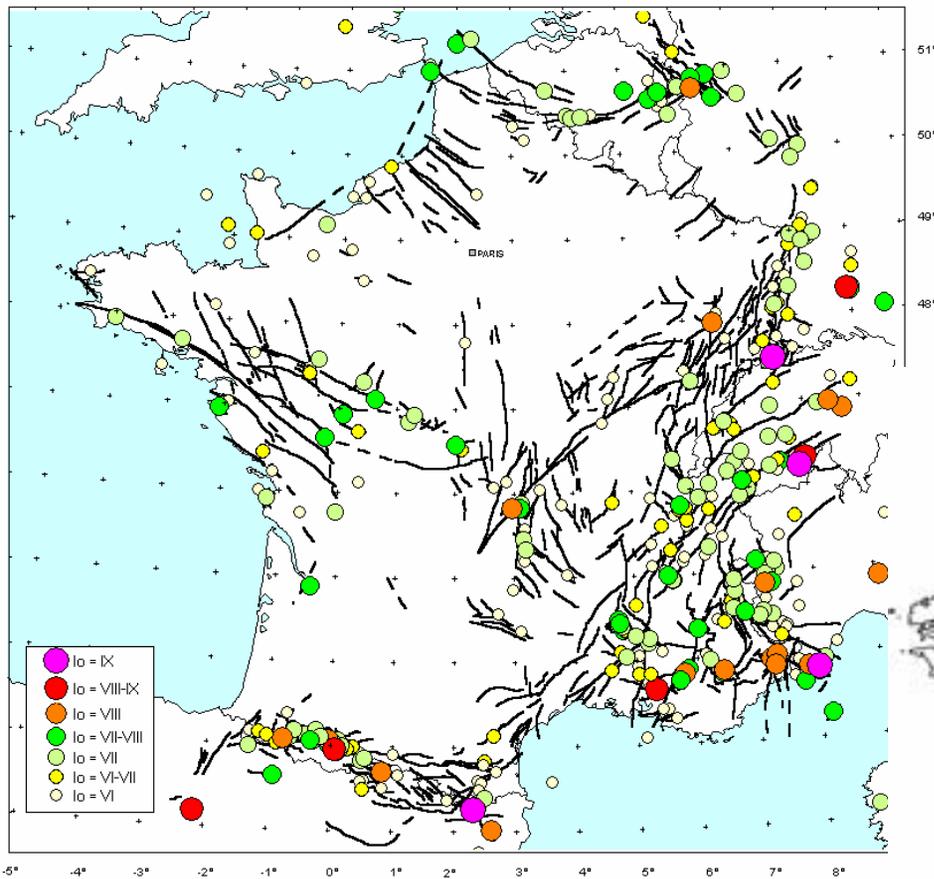
Niveau de dimensionnement

$$F \propto a_g \cdot S'_d(T, \zeta) / Q_s$$

- a_g = accélération d'ancrage dépendant essentiellement
 - de la zone de sismicité (zonage régional) : **Zonage**
 - de la classe d'importance
- $S'_d(T, \zeta)$ = forme spectrale normalisée par rapport au mouvement au rocher : **Spectres**
 - Prend en compte la magnitude des séismes les plus fréquents,
 - mais dépend surtout des **conditions géologiques de surface**,
- Q_s (coefficient de comportement) = facteur de réduction tenant compte des réserves de résistance de la structure
 - Ductilité des matériaux constitutifs et de leur mode d'assemblage :
 - Coefficient variant de 1 à 1.5 (structures très fragiles: maçonnerie non renforcée), jusqu'à 8 (structures très ductiles: acier).

Zonage actuel: historico-statistique

(études début années 80,
officialisé en 1991)



Base: intensités ressenties

Traduit en accélérations nominales

5 zones

DESPEYROUX & GODEFROY, 1986

Journée Sismoalp, Grenoble, 21/06/2007

Zonage sismique actuel Rhône-Alpes

Zones de sismicité



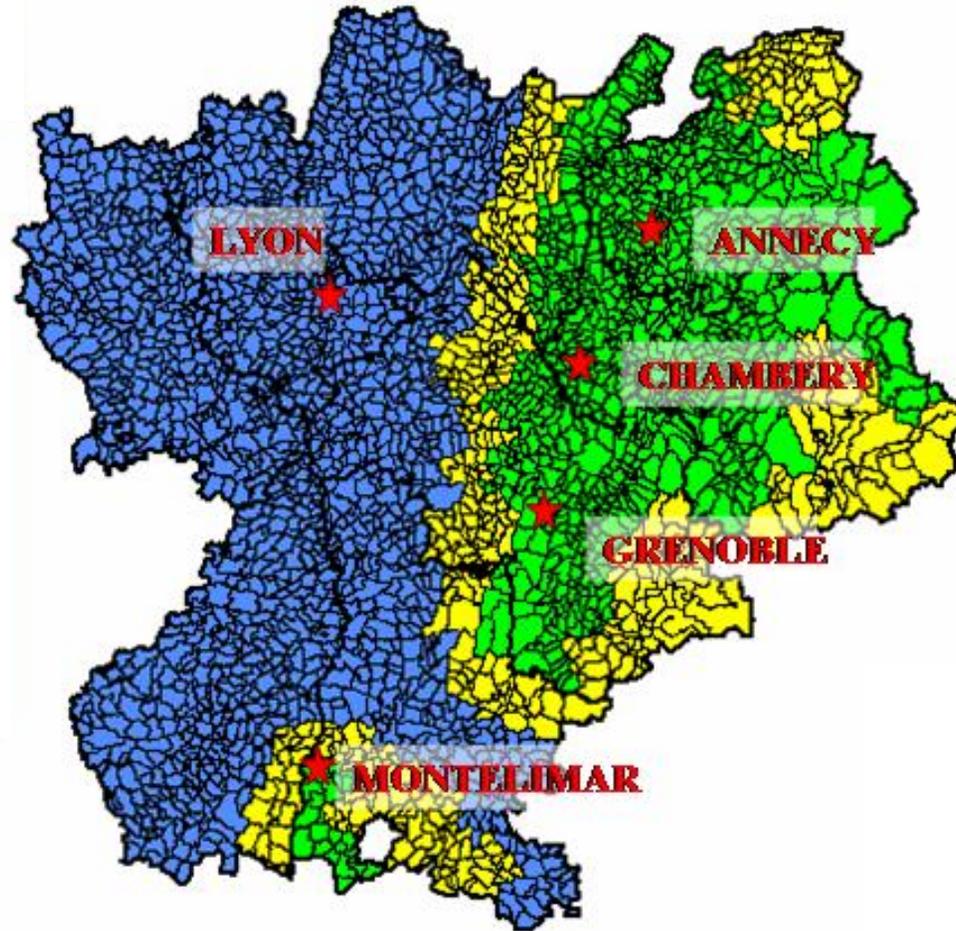
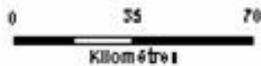
Ib



Ia



0

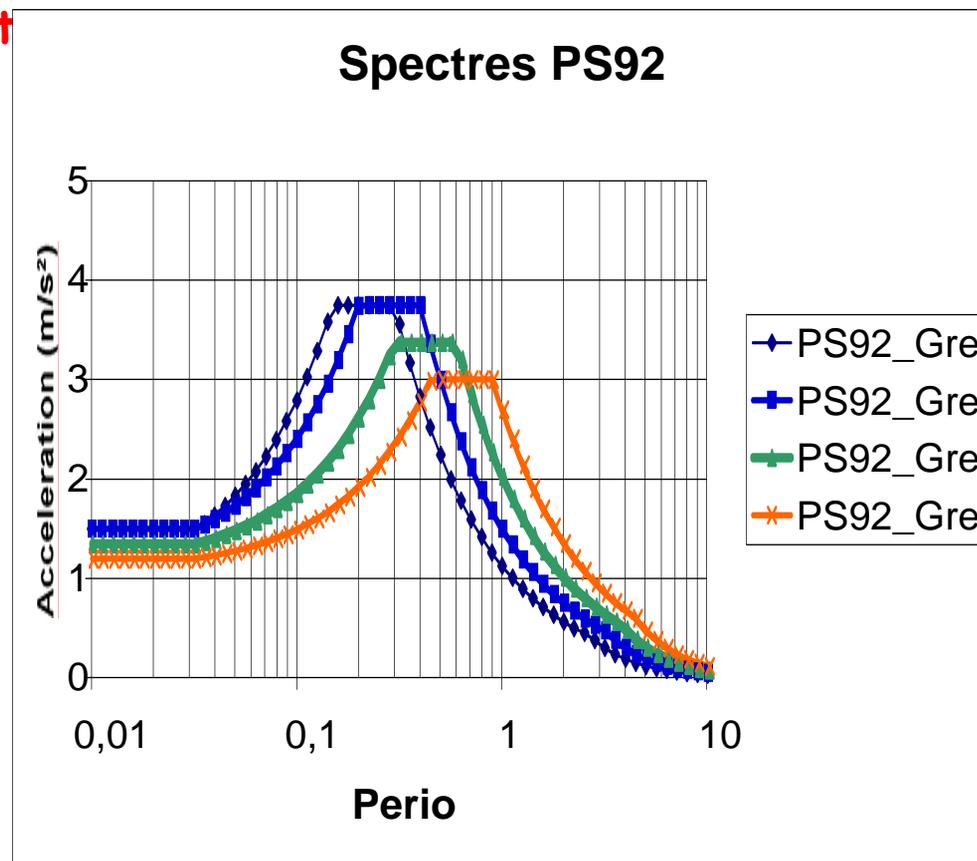


Actions sismiques - règles actuelles

Accélération d'ancrage dépendant de 2 facteurs

- Aléa sismique = zone
- Importance attribuée au bâtiment (classe)

PS92	Classe		
	Zone B	C	D
Ia	1.0	1.5	2.0
Ib	1.5	2.0	2.5
II	2.5	3.0	3.5
III	3.5	4.0	4.5



Modulation conditions de site PS92

A - Classification des sols en fonction de

- leur rigidité (rocher, a, b, c)
- leur épaisseur

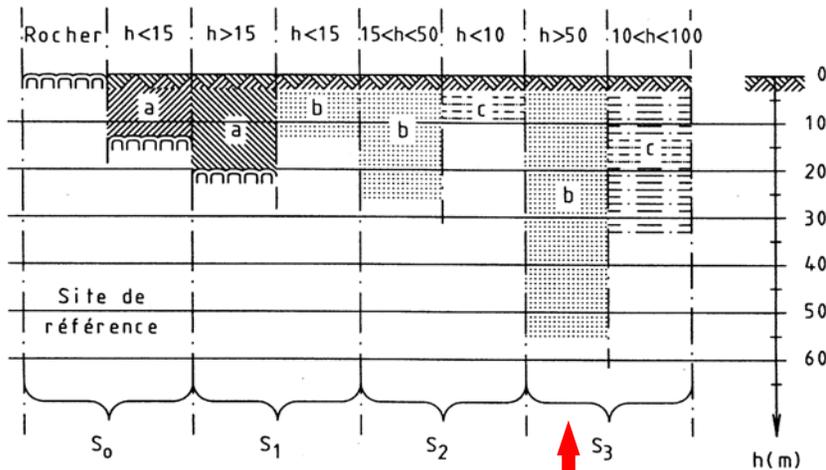


Figure 3 : Classification des sites

B- Attribution de spectres différents pour chaque catégorie de sols

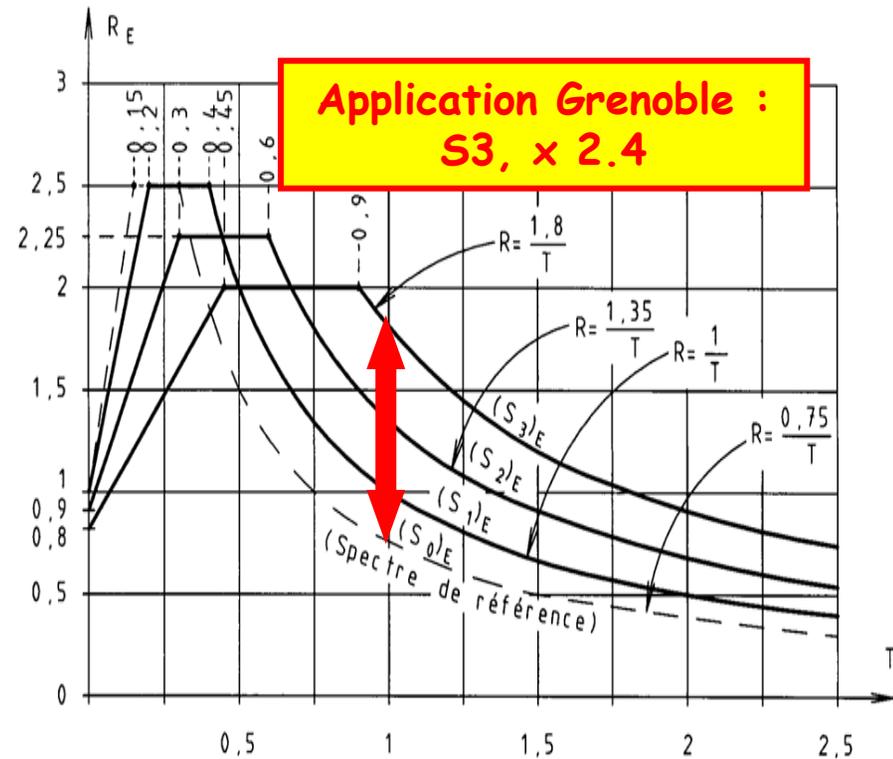


Figure A.2 : Spectres des composantes horizontales

Le zonage sismique de la France : historique et cadre général

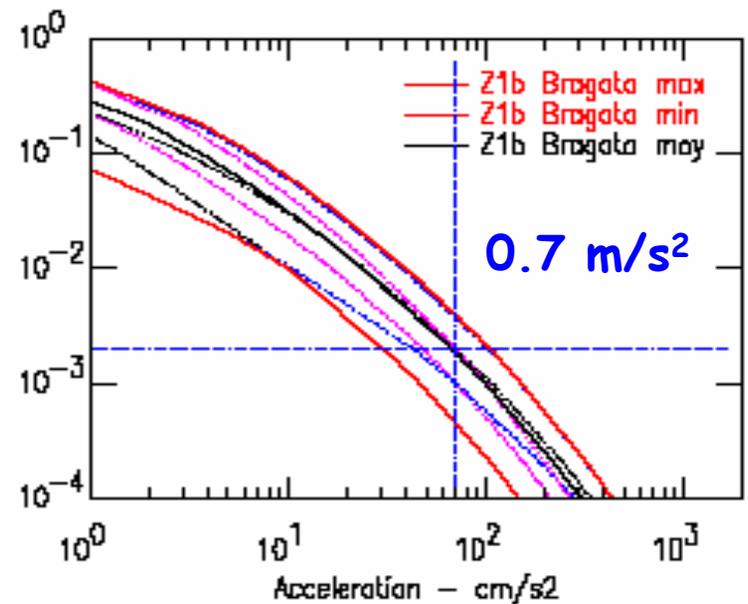
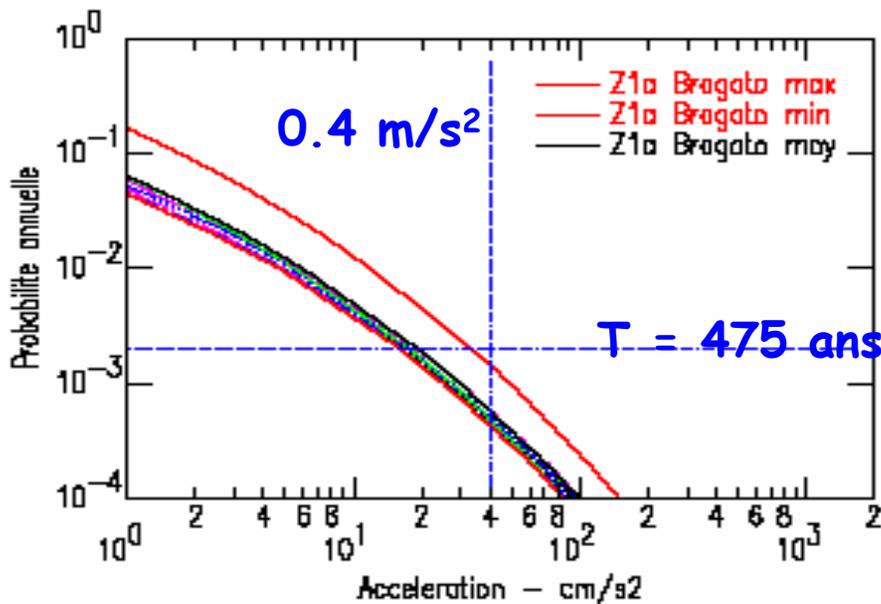
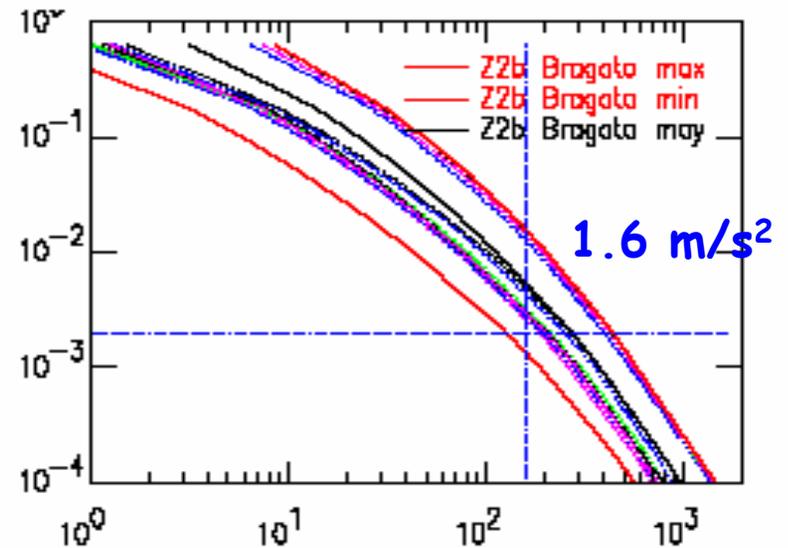
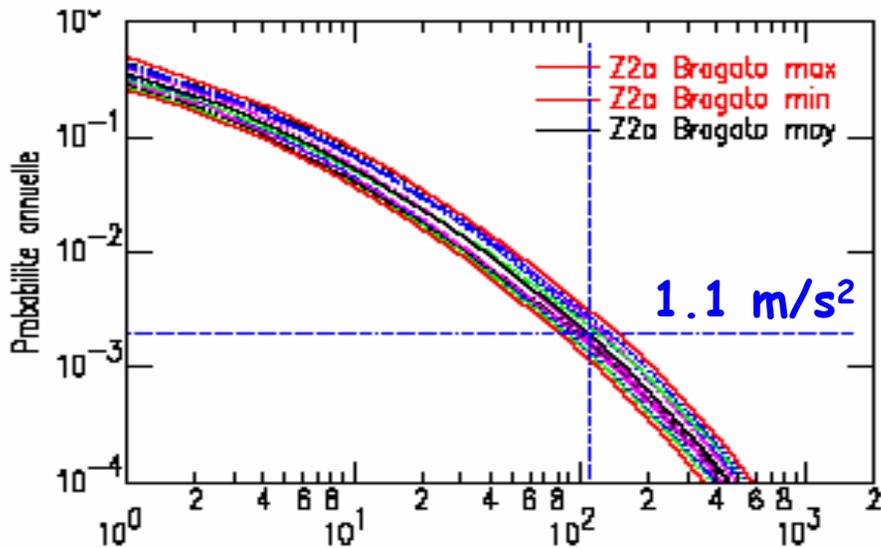
Actuel

- Godefroy-Despeyroux 1985 (études début années 80)
- Officialisé en 1991

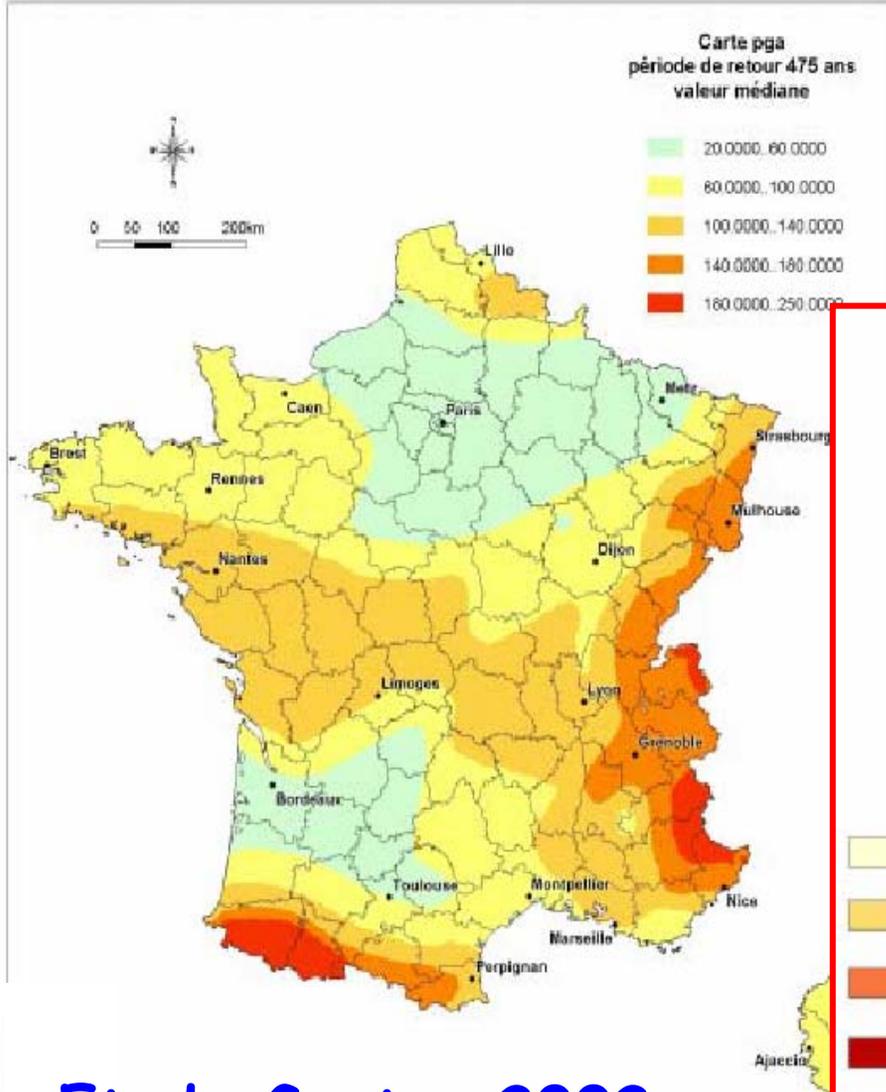
La révision en cours

- Pourquoi :
 - Révisions intensités historiques (↓)
 - Arrivée de l'EC8
 - Nouvelle approche "technique" imposée (probabiliste / déterministe)
 - Probabilité de dépassement de x% pour un bâtiment de durée de vie n ans ($x = 10, n = 50 \Rightarrow T = 475$ ans)
- Elaboration
 - Sous la conduite du GEPP/CGPC, avec financements MEDD et appui AFPS
 - Etude d'aléa 2001/2002
 - Traduction en carte officielle
 - Aspects techniques : cellule "aléa" (2002-2004)
 - Aspects économiques : cellule "étude d'impact économique" (2006-2007)

Exemples de courbes d'aléa probabilistes

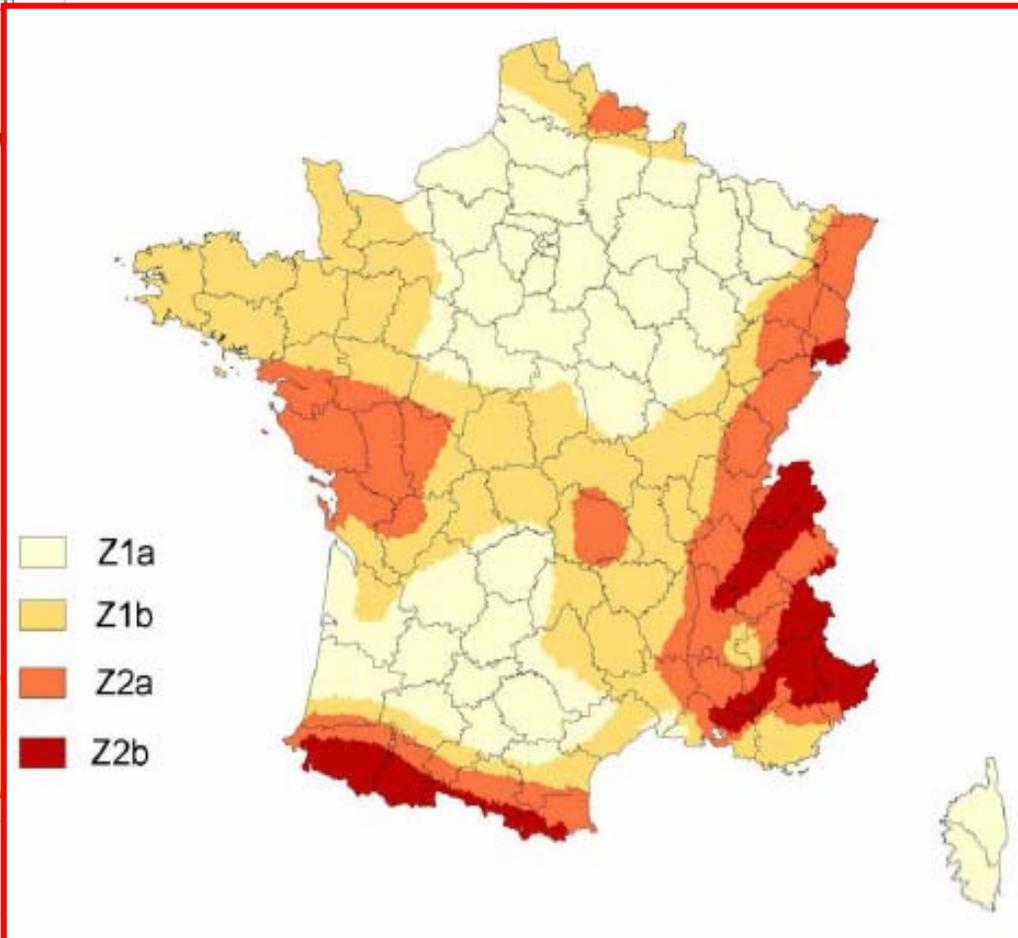


De l'aléa au zonage



Proposition de zonage

(fin 2007 ?)



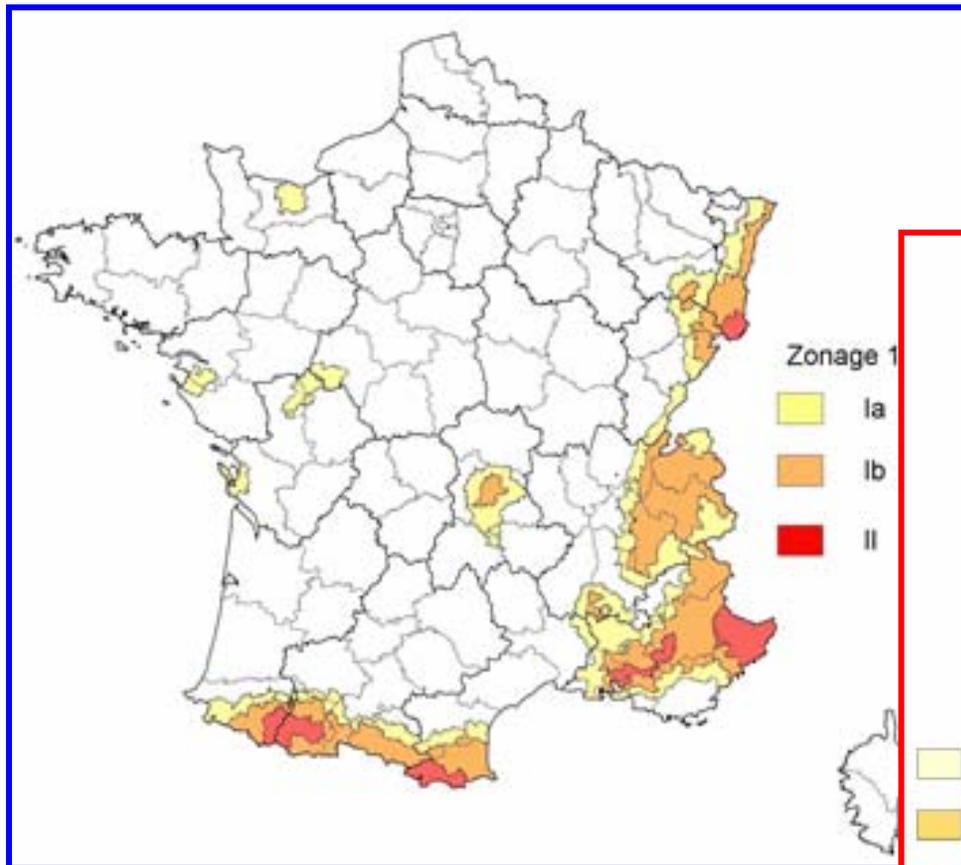
Etude Geoter 2002

Passage au zonage réglementaire

Questions à considérer

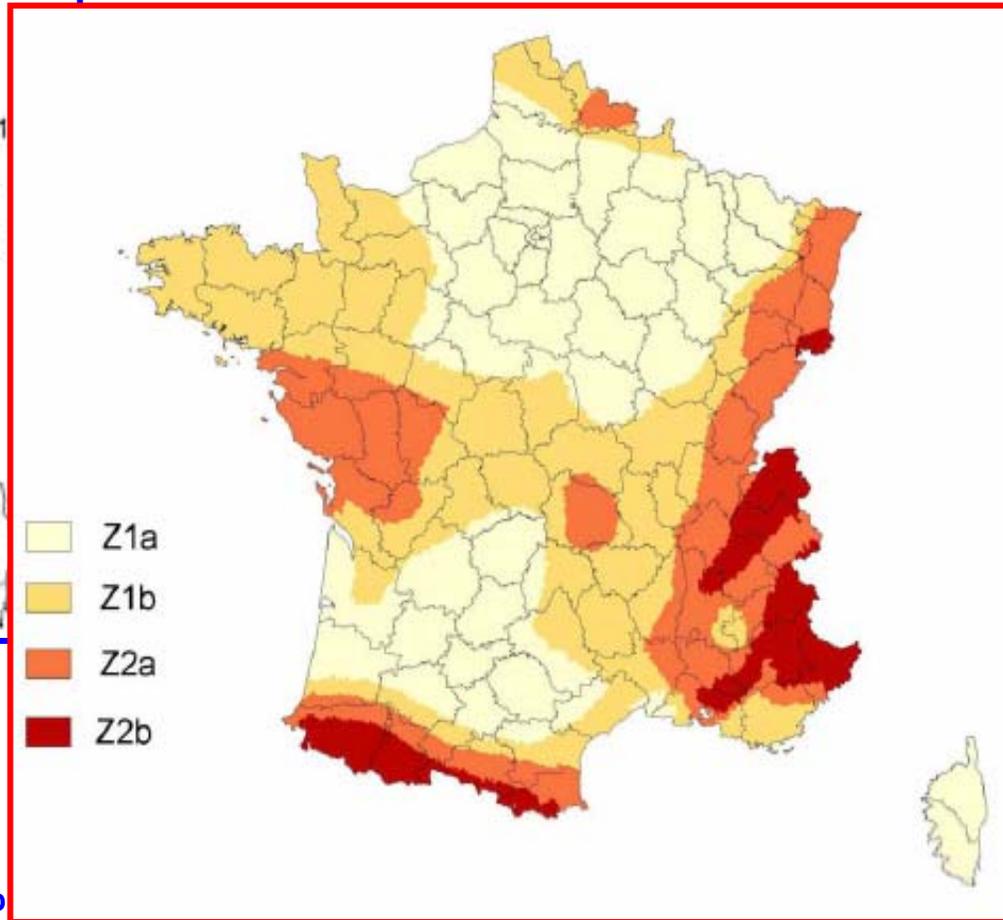
- (Dis)Continuités avec zonage précédent
 - crédibilité
 - Séismes historiques forts
- Limites
 - Seuils de délimitation des différentes zones
 - Pixel : commune, canton, ...
- Valeurs de l'action sismique dans chaque zone
 - a_g
 - spectres
- Cohérence aux frontières

Comaparaision des deux zonages

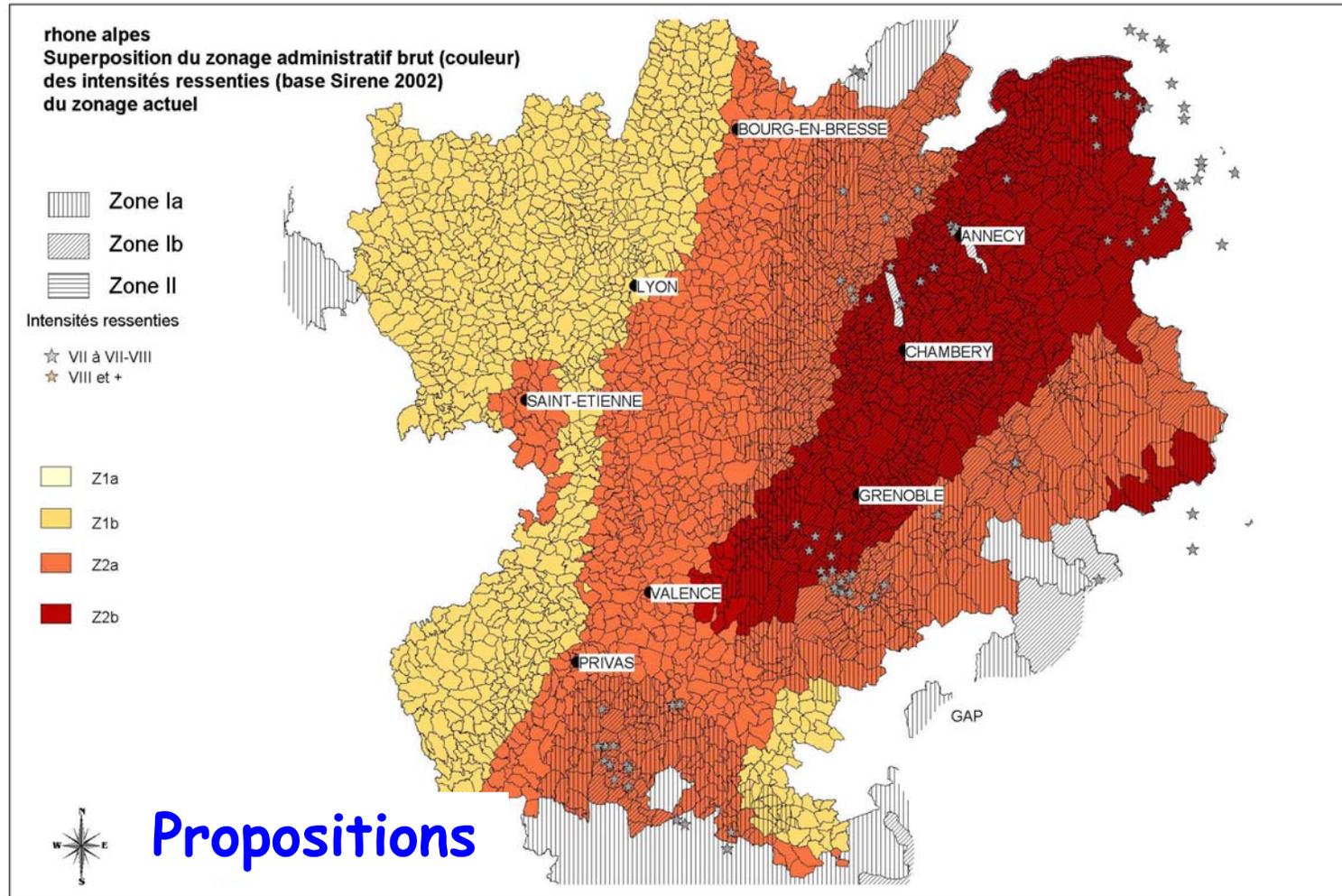


Zonage actuel

Zonage proposé



Nouveau zonage possible pour Rhône-Alpes (Traduction brute de la carte d'aléa)

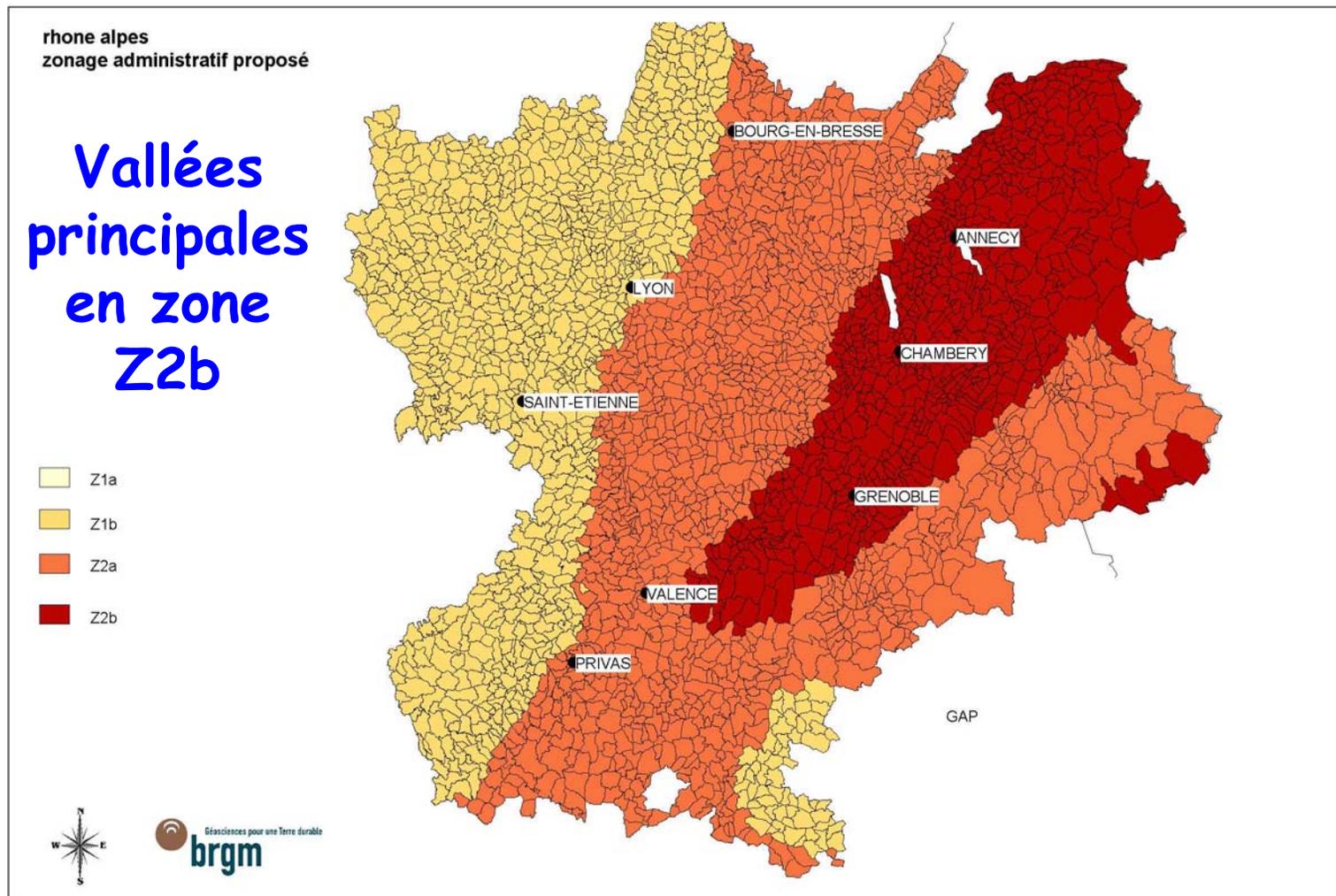


Vallées alpines et nouveau zonage



Journée Sismoalp, Grenoble, 21/06/2007

Vallées alpines et nouveau zonage



Accélérations d'ancrage EC8 (a_g)

(Proposition, non officiel)

EC8	Classe		
Zone	B (II)	C (III)	D (IV)
Z1a	-	-	-
Z1b	[0.7]	[0.84]	1.0
Z2a	1.1	1.32	1.54
Z2b	1.6	1.92	2.24

PS92	Classe		
Zone	B	C	D
Ia	1.0	1.5	2.0
Ib	1.5	2.0	2.5
II	2.5	3.0	3.5
III	3.5	4.0	4.5

⇒ Niveaux à peu près équivalents dans la zone Vercors - Belledonne - Mont-Blanc
Et même légèrement inférieurs pour bâtiments importants

Spectres EC8 France

Nouvelle définition des classes de sol

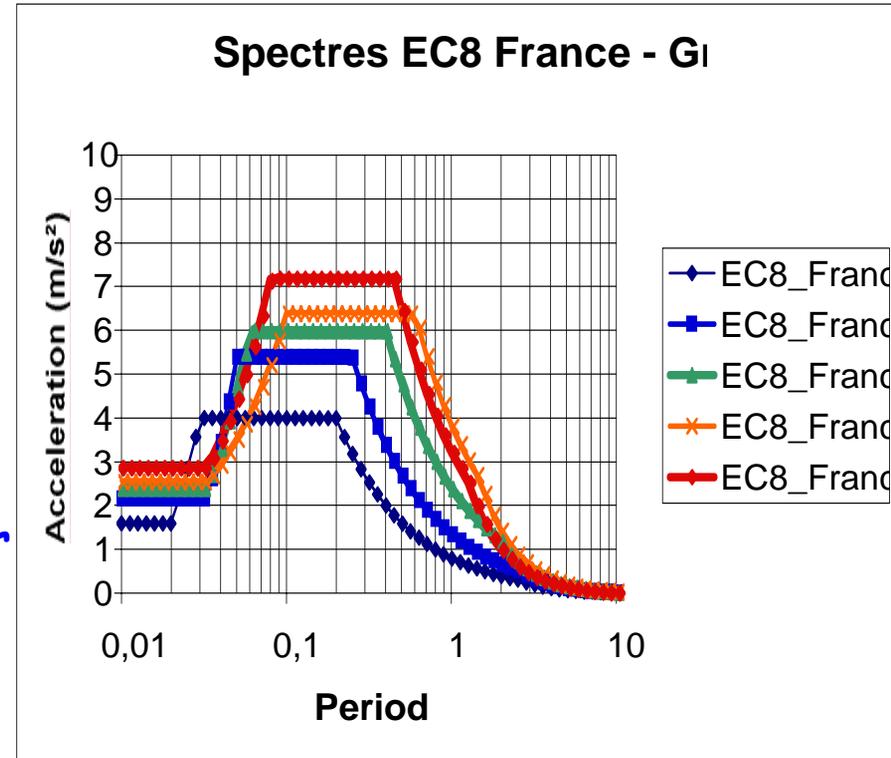
- Fondée sur V_{S30}
(vitesse moyenne des ondes S sur les 30 premiers mètres)
- A : $V_{S30} > 760$ m/s
- B : $V_{S30} \in [360, 760$ m/s]
- C : $V_{S30} \in [180, 360$ m/s]
- D : $V_{S30} \in [100, 180$ m/s]
- E : formation peu rigide peu épaisse ($h < 20$ m) sur substratum rigide

Limites

- Aucune notion d'épaisseur/ profondeur
- Insensible aux formations profondes
- Définition locale (colonne de sol)

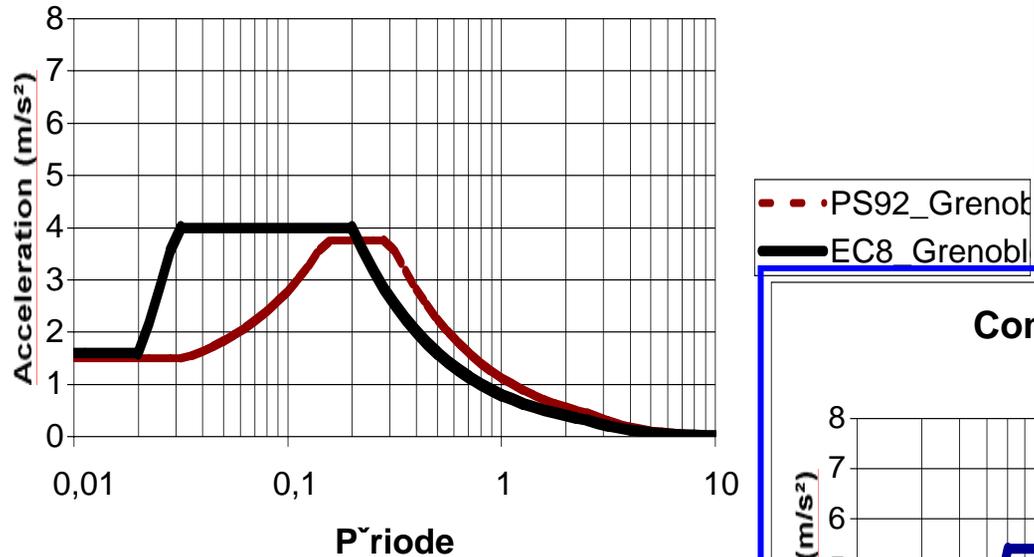
Intérêt

- Spectres beaucoup plus différenciés d'un site à l'autre

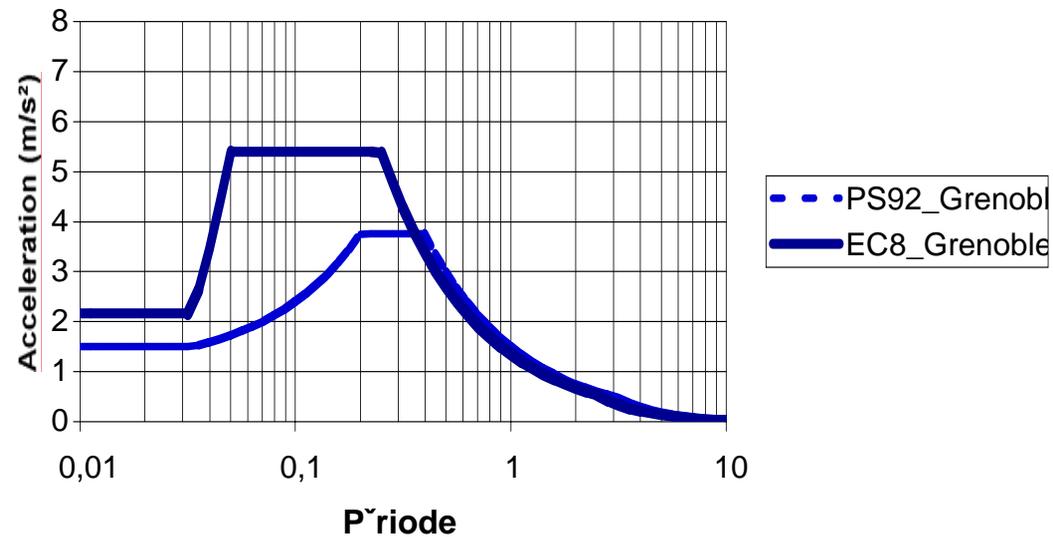


Comparaison actions sismiques EC8 / PS92

Comparaison Grenoble PS92/EC8

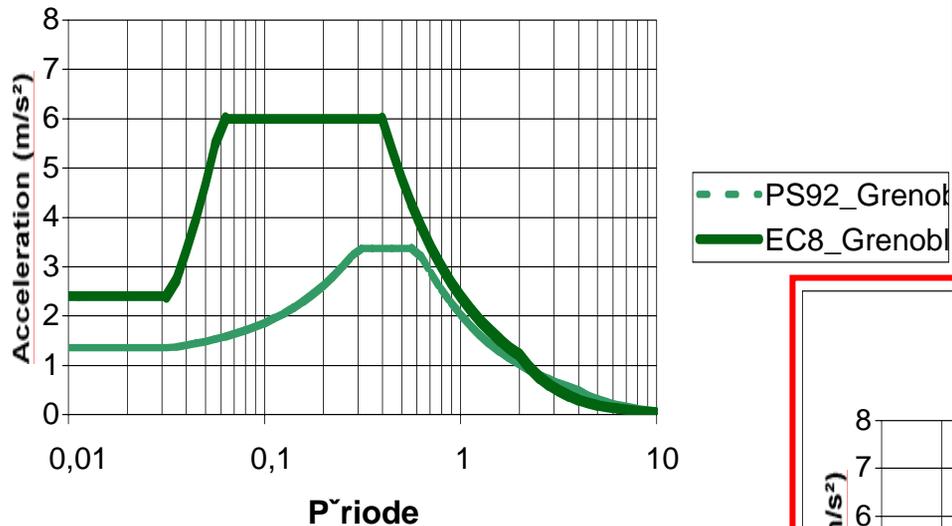


Comparaison Grenoble PS92/EC8 : S

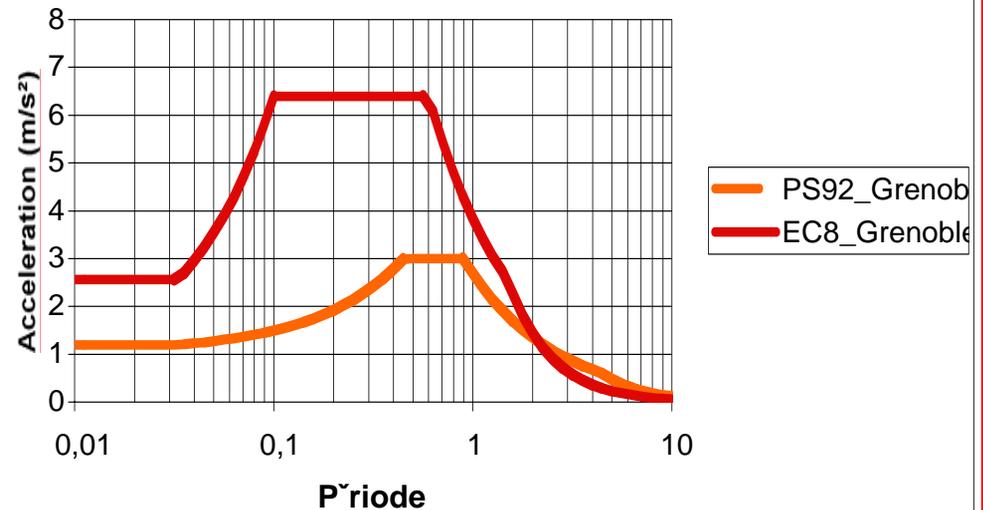


Comparaison actions sismiques EC8 / PS92

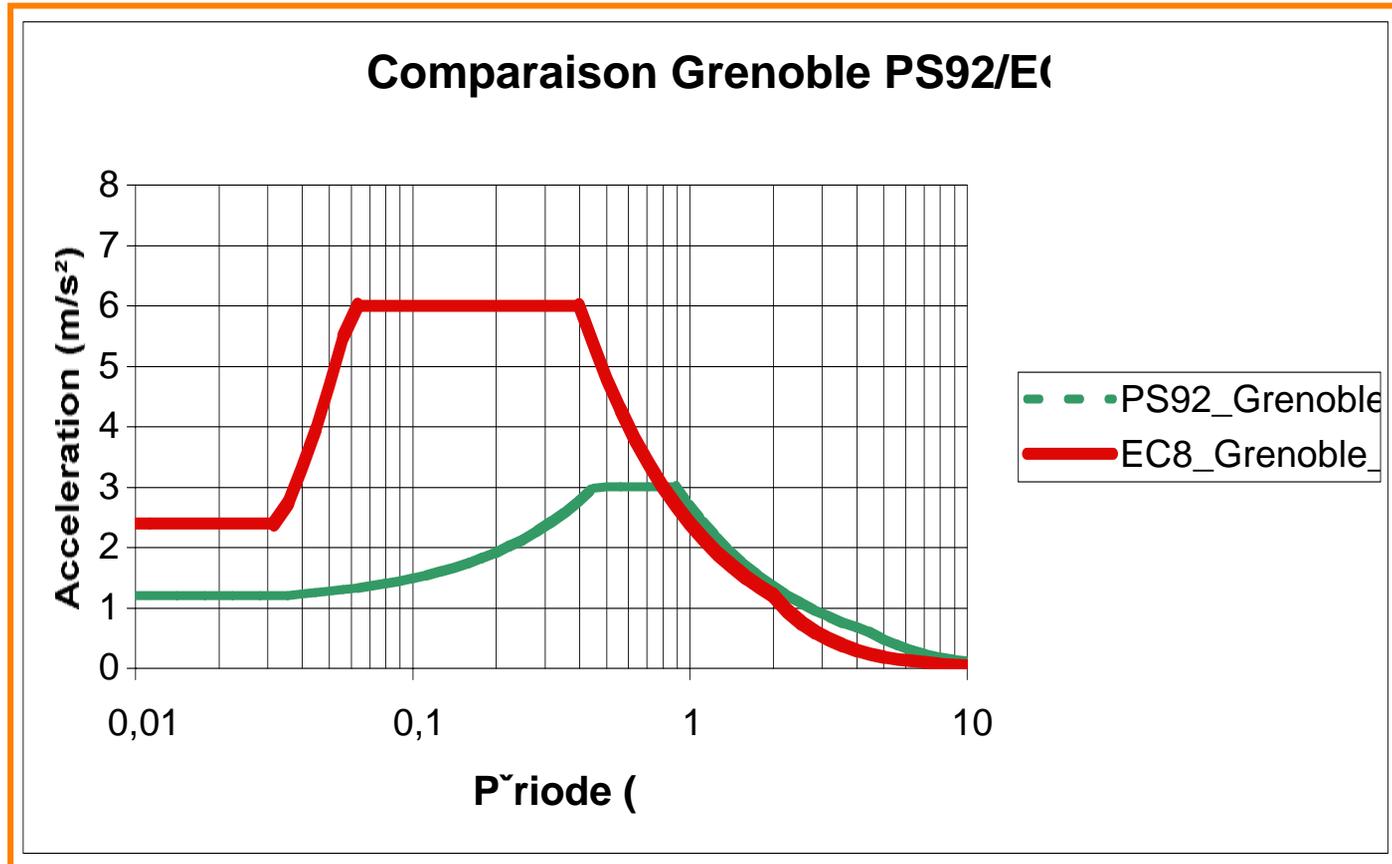
Comparaison Grenoble PS92/EC8 : S



Comparaison Grenoble PS92

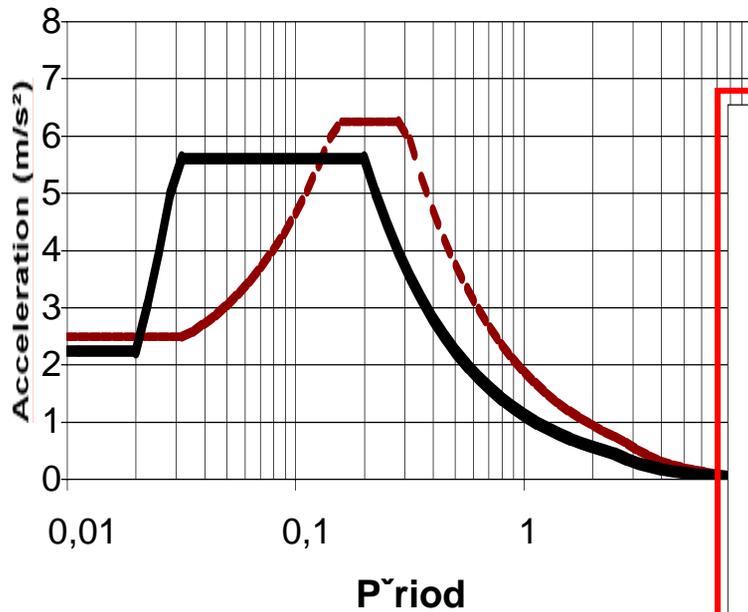


Comparaison actions sismiques EC8 / PS92

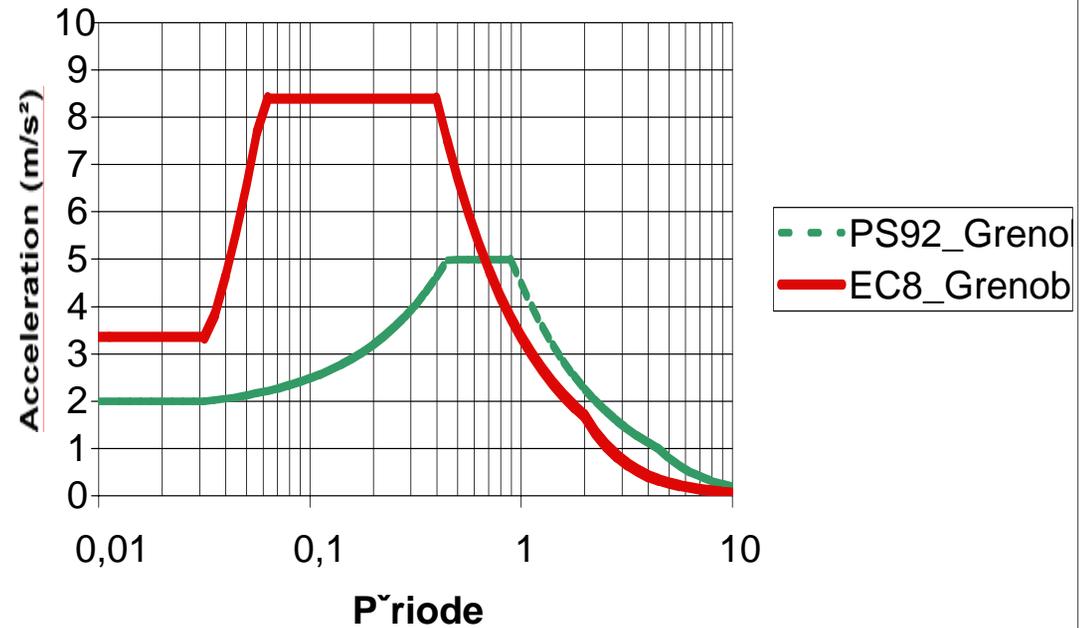


Comparaison classe D

Comparaison Grenoble PS92/I



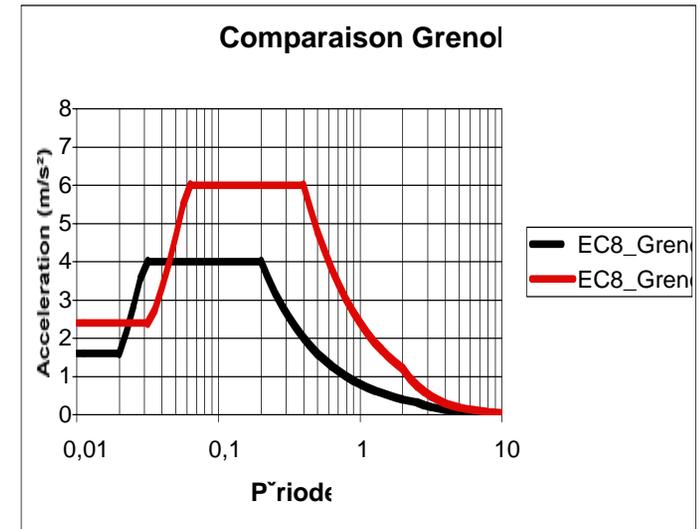
Comparaison Grenoble PS92/EC8



Conditions de site à Grenoble et effets associés

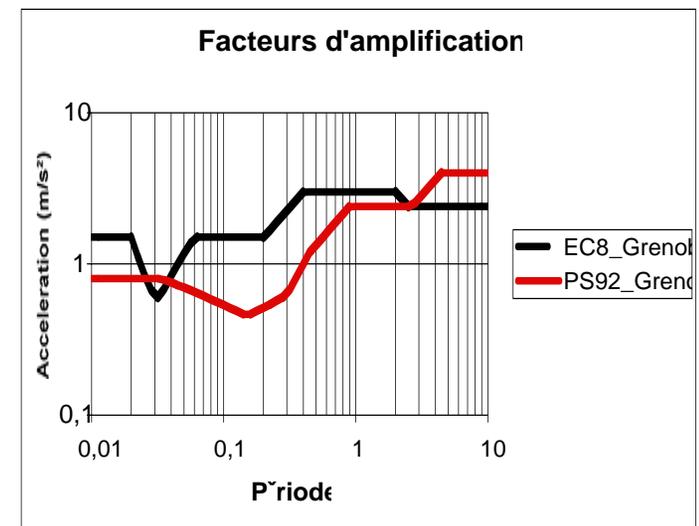
Règlements

- PS92 : rapport 2.4
 - Rigidité et épaisseur
 - Bastille = S0, Vallée = S3
- EC8 : rapport 3
 - Rigidité moyenne sur les 30 premiers mètres
 - Bastille = A, Vallée = C



Question: est-ce suffisant au vu des résultats Sismovalp ?

- NON (amplification observée = 10)
 - ⇒ pertinence a priori d'un PPRS
- Options possibles
 - Diminution du spectre au rocher
 - Augmentation du spectre en vallée
- ? Quelles procédures, combien de zones, quels spectres ?



Objectifs d'un PPRNS

Objectifs "techniques"

Cartographie des aléas sismiques à l'échelle locale

Amplifications, liquéfaction, mouvements de terrain

Définition de nouvelles actions réglementaires remplaçant la réglementation nationale (trop forfaitaire)

Spectres de réponse

Affichage des enjeux (éléments exposés) et de leur vulnérabilité

Inventaire B-C-D + éléments de vulnérabilité globale

Réglementation pouvant s'appliquer à l'existant (dans certaines limites)

→ Accent sur les aspects "techniques"

Objectifs "sociétaux"

Appropriation du risque par les acteurs locaux

Secteur public : Administration, Services techniques, Elus

Secteur privé : Professionnels BTP, Industriels, ...

Habitants

Amélioration de la prévention :

Prescriptions relatives à l'urbanisme (neuf, existant)

Meilleure préparation à la gestion de crise :

Bâtiments et zones stratégiques, Itinéraires, ...

→ Accent sur les aspects "communication & concertation"

Enseignements du projet Sismovalp

Situation commune à toutes les vallées alpines

- Spectres "standard" EC8 pas vraiment satisfaisants

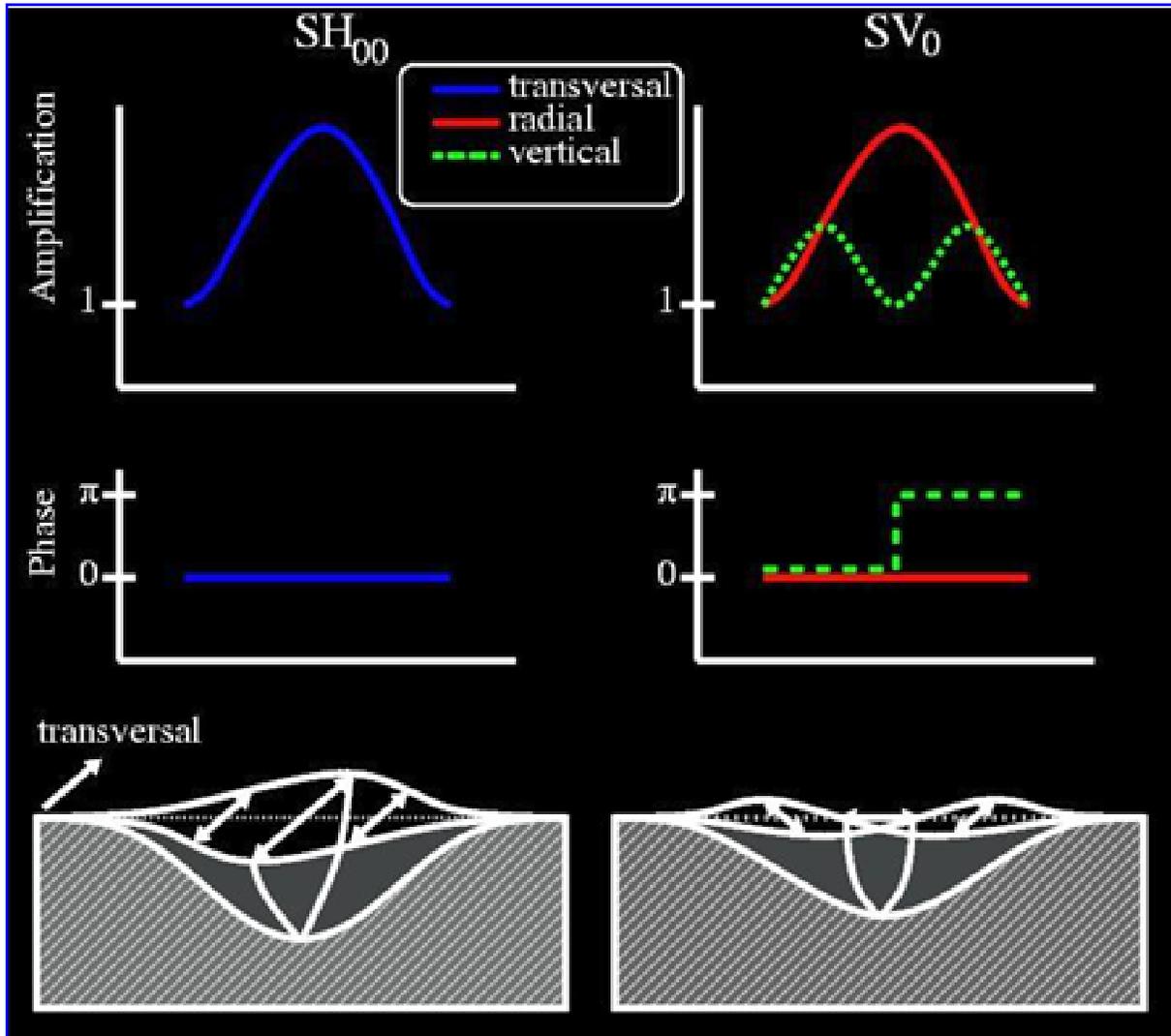
Méthodologie de construction de spectres spécifiques "vallées alpines"

- Possibilité de réduction au rocher "très rigide"
- Vallées "simples" : 2 zones bord / centre
 - principe d'une méthode de délimitation
 - (formes modales + fréquence fondamentale)
 - Facteur d'amplification
 - HF sur bords, amplitudes "modérées" (mais > EC8 et PS92)
 - HF + BF au centre, grandes amplitudes
- Zones encore peu étudiées
 - Formations de pente (versants: La Tronche --> Crolles...)

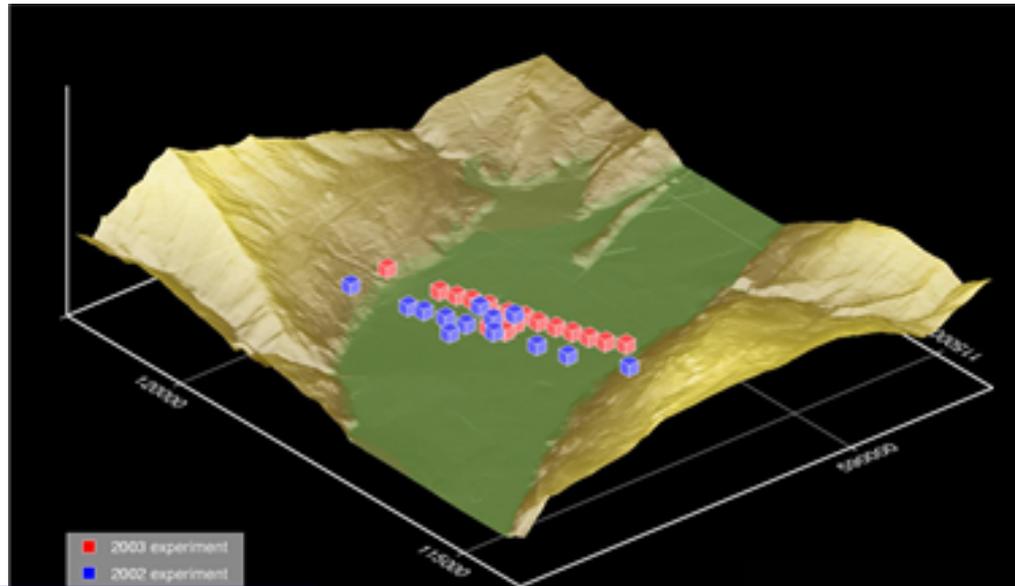
- Homogénéité possible sur toute la zone alpine

Journée Sismovalp, Grenoble, 21/06/2007

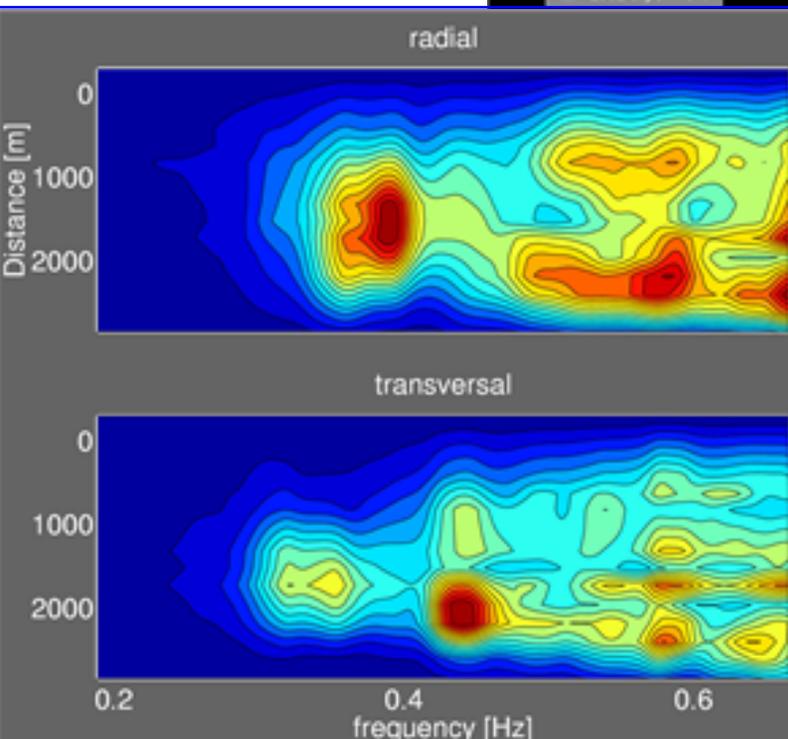
Modes de vibrations propres



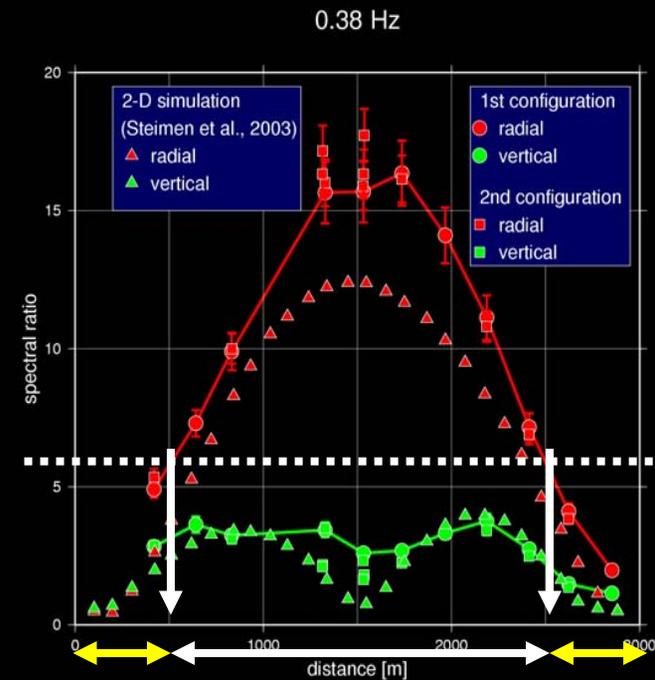
Méthodologie proposée pour la délimitation des zones



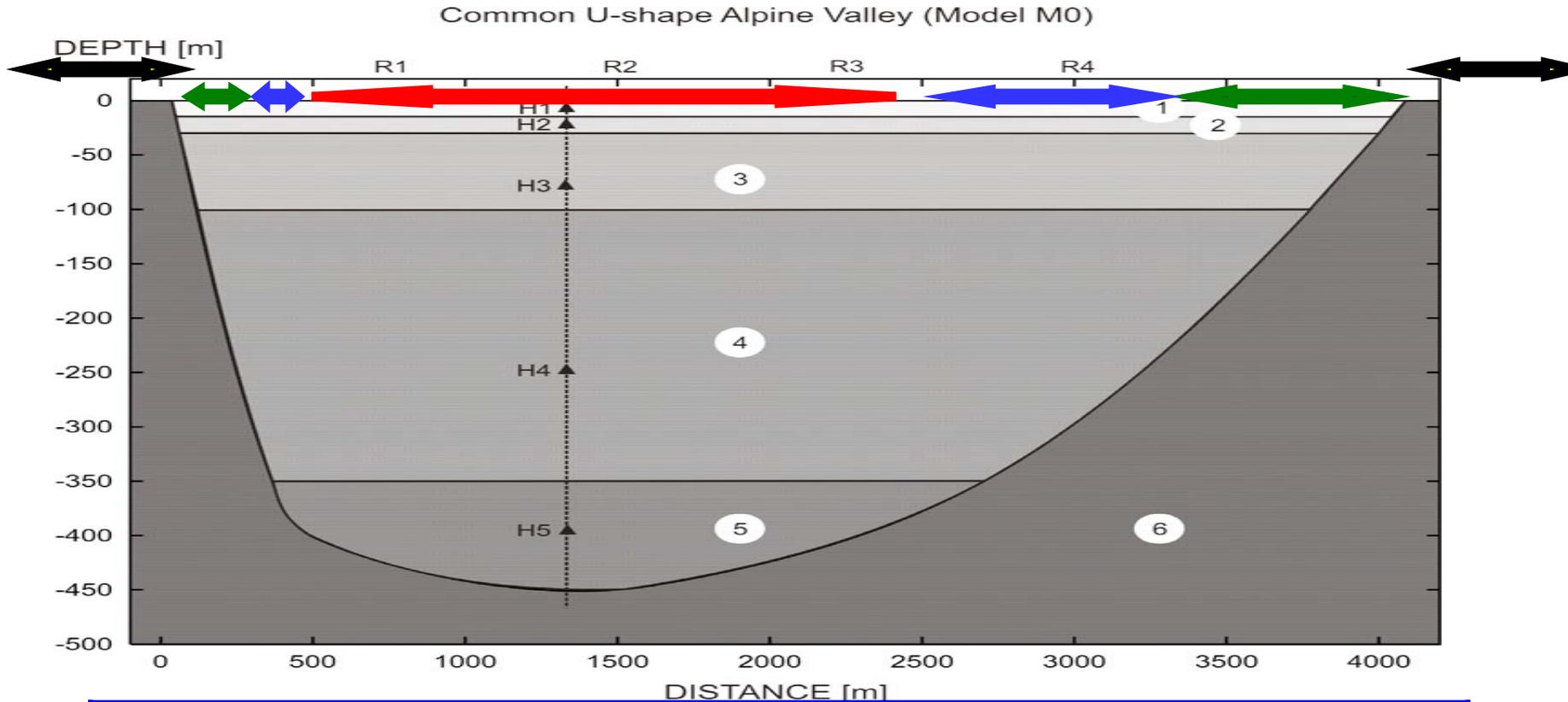
(Roten et al., 2004)



movalp, Grenoble, 21/06/20

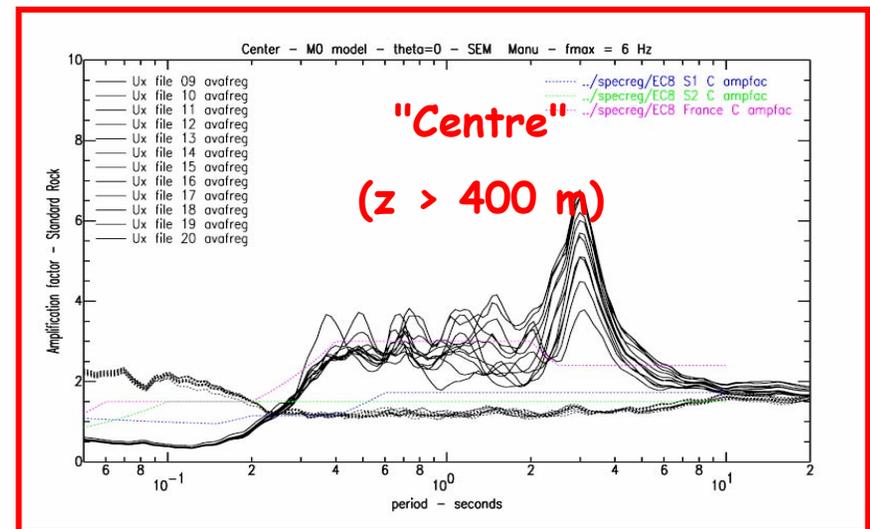
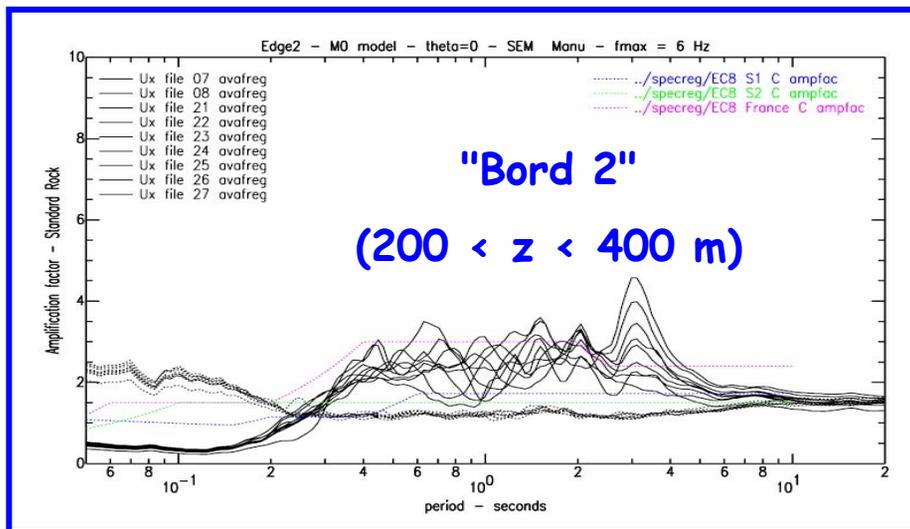
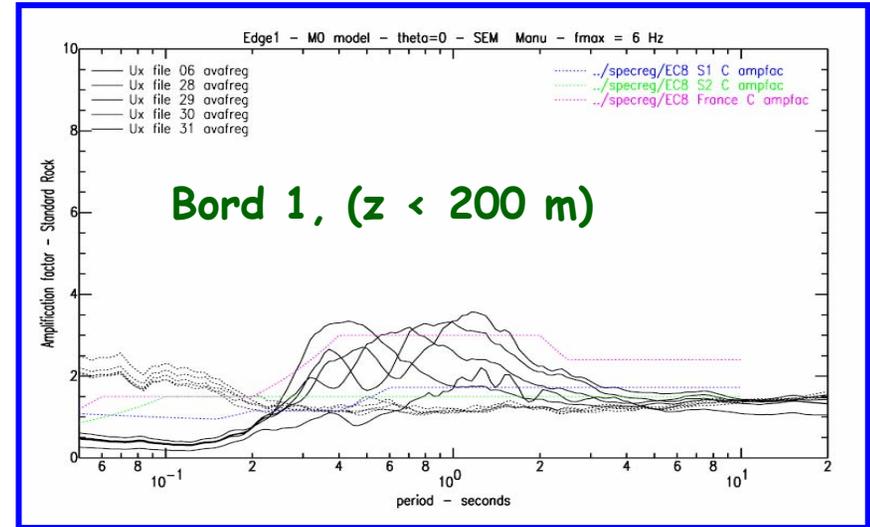
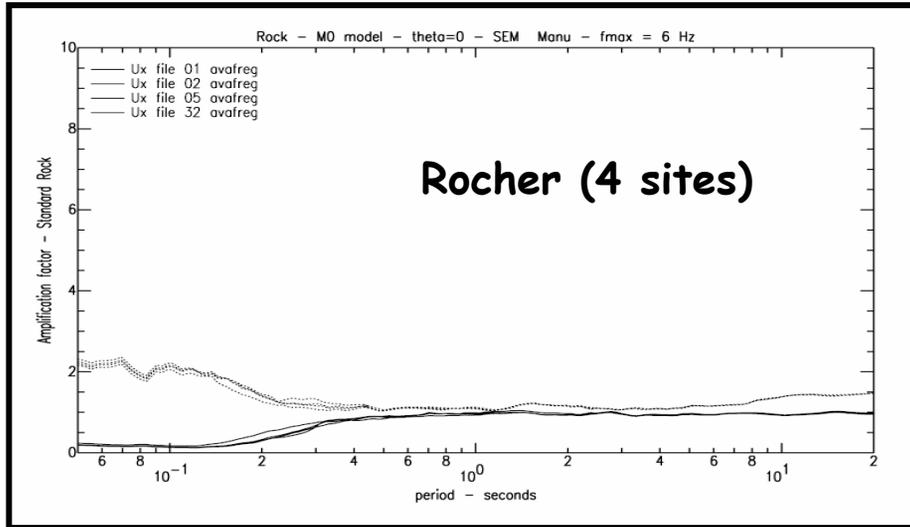


APPLICATION AU "MODELE CANONIQUE"

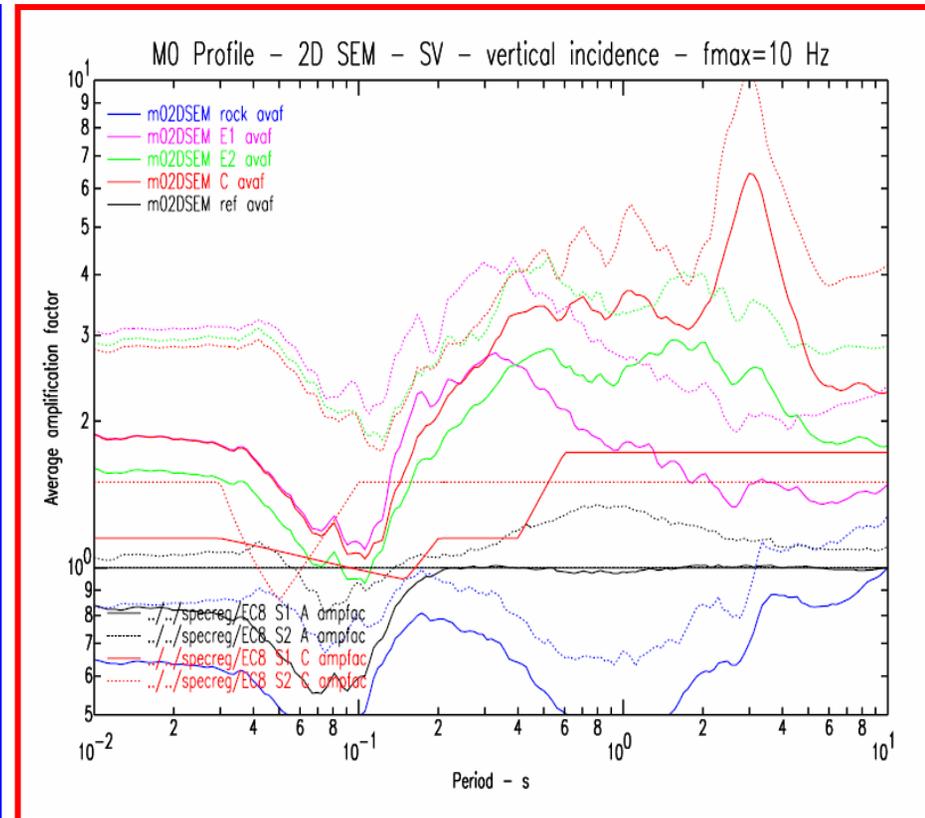
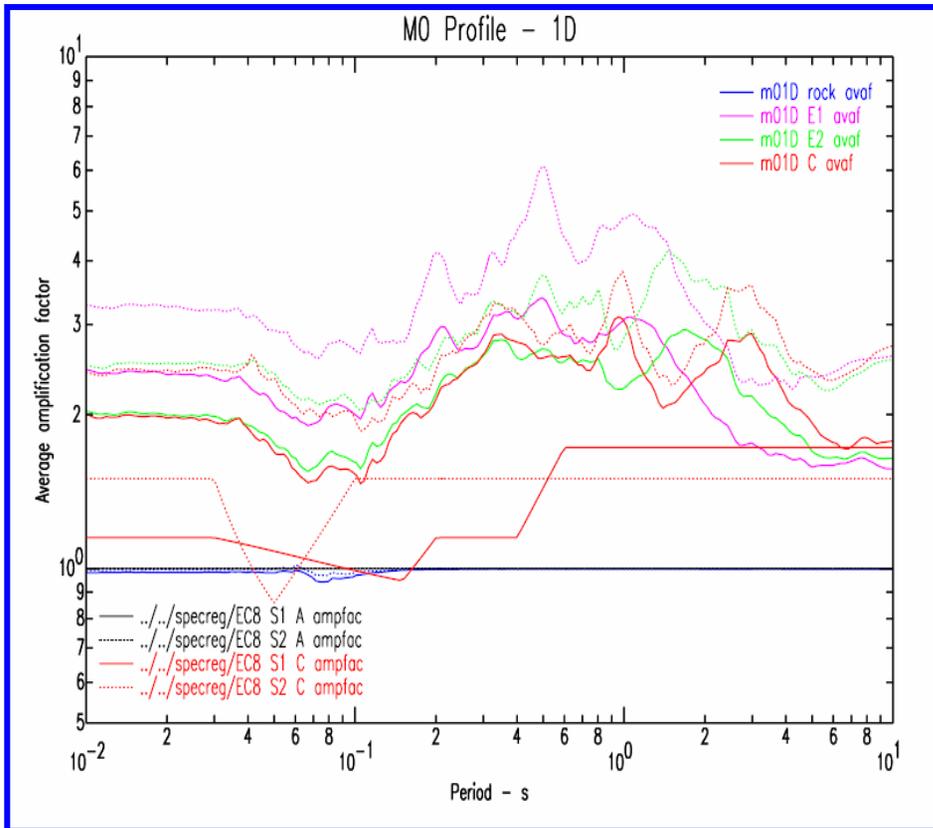


	1	2	3	4	5	6
DENSITY (kg/m^3)	1600	1700	1800	1900	2000	2500
SHEAR VELOCITY (m/s)	250	350	450	600	800	2800
Q_s	20	20	30	30	50	200

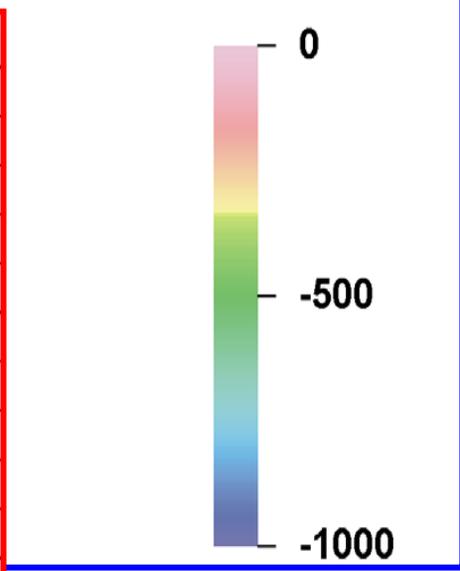
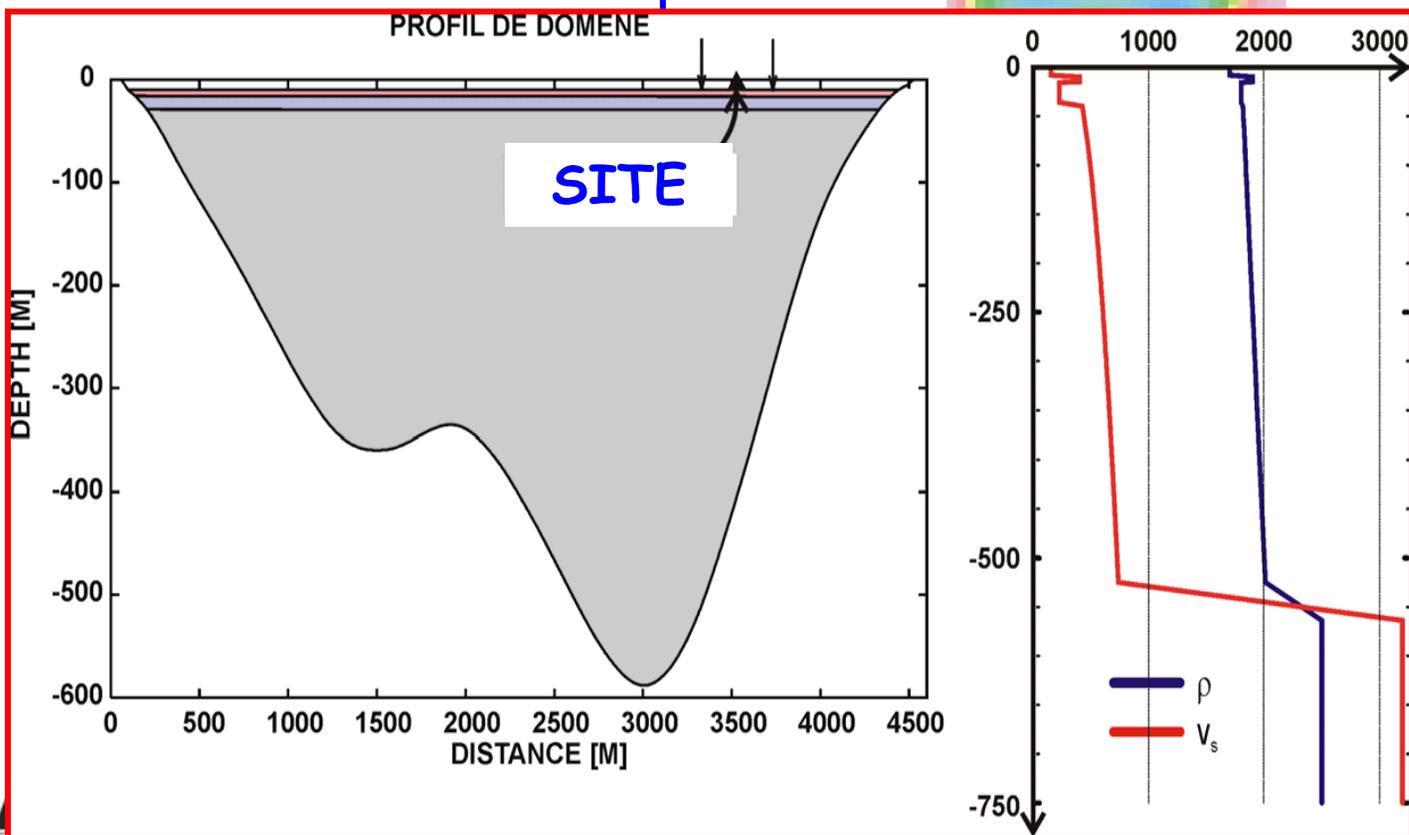
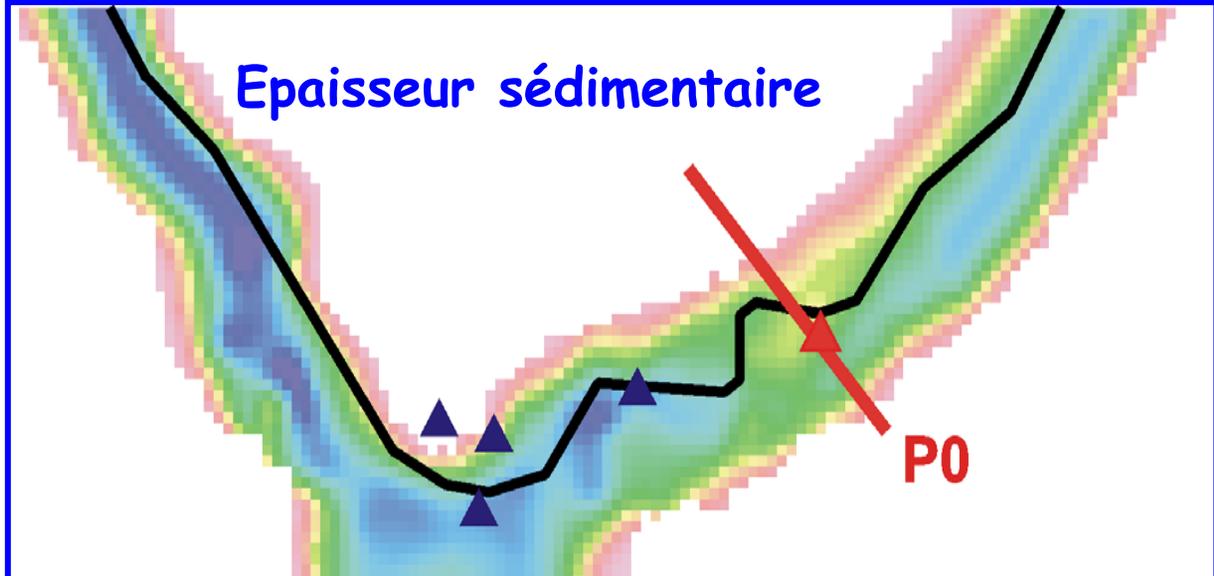
Facteurs d'amplification / zone



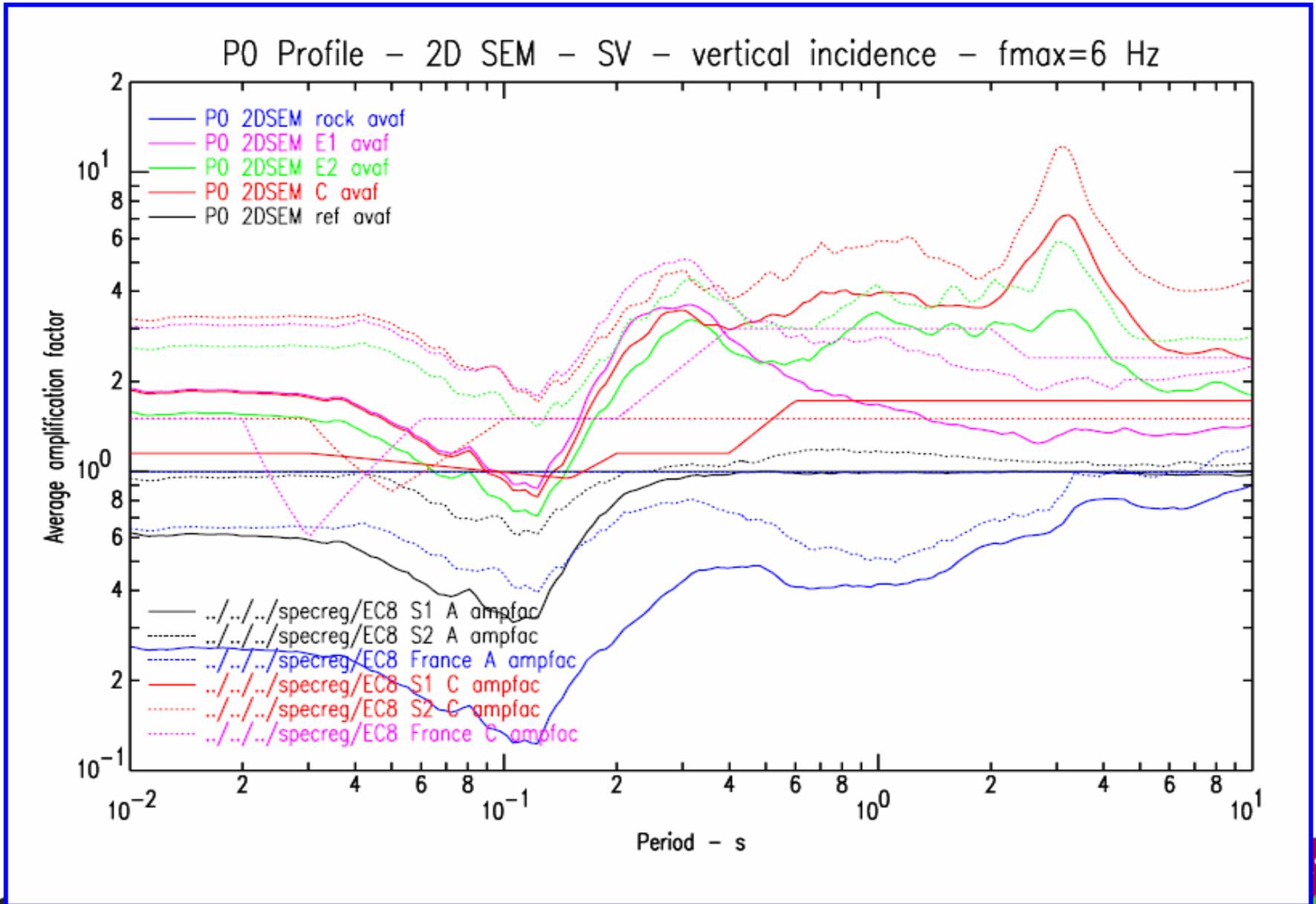
Résultats MO : Facteurs d'amplification



Grenoble



Grenoble : facteurs d'amplification 2D (3 profils)



Grenoble : facteurs d'amplification

Haute fréquence - courte période

- Effets 2D significatifs
- Facteurs d'amplification beaucoup plus importants qu'EC8 type 1 et 2
 - Jusqu'à 3-4 en moyenne et pouvant atteindre 6 (moyenne + σ)
- Pas de différences significatives bord / centre

Basse fréquence - Longue période

- Effets 2D très importants
- Facteurs d'amplification encore plus différents d'EC8
 - Jusqu'à 7-8 en moyenne et pouvant atteindre 12 (moyenne + σ)
- Comportement très différent bord / centre
 - Pas d'effet à l'extrême bord, amplitude limitée (3-4) sur zone intermédiaire
 - Amplification maximale au centre

Rocher de référence : possibilité de diminuer les actions

Utilisation SISMOVALP pour PPRS

Recommandations sur

- Informations géologiques, géophysiques et géotechniques les plus pertinents
- Méthodes de reconnaissance les plus efficaces

Spectres

- Spectres EC8 Type 2 **NON RECOMMANDÉS** pour les sols, surtout si site à fréquence < 1 Hz
- Degré de sécurité plus élevé au rocher qu'en vallée

Facteurs d'amplification

- (Trop) faibles pour EC8 Type 1 et 2
- Possibilité de différencier différentes zones ("Bord", "Centre") ?
 - Large bande, fortes valeurs longue période au centre
 - Haute fréquence sur les bords

Procédure pour délimitation de zones

- utilisable telle quelle pour études spécifiques

Une nouveauté pour les PPRNS : le CEPPRS

Mise en place d'un Comité d'Evaluation des PPRS

- Groupe AFPS
- Mission : assurer la qualité du contenu scientifique
- PPRS examinés: suivant demande du MEDAD
 - (et possibilités du comité de bénévoles)

- Composition : décidée par l'AFPS
 - noyau dur de 11 membres (...dont 4 grenoblois + 1 genevois)
- 1ère réunion 08/06/2007
- Autres questions du MEDAD
 - ? Règlement PPRS
 - ? Opportunités de réviser des PPR, d'actualiser des études de microzonage

Ce serait dommage...

© GRENOBLE COMMUNICATION



Interreg III B

Journée Sismoalp, Grenoble, 21/06/2007



Interreg III B