







Instituto
Geográfico Nacional















SISPyr Système d'Information Sismique des Pyrénées

- > Rappel du contenu du programme
- > Actions en cours « scénarios sismiques »







Contexte du programme

Cadre: Programme opérationnel Interreg IVA France-Esp.-Andorre 2007–2013



> Chef de file : IGC (ESP)

Partenaires: OMP / BRGM (FR)

IGN / UPC (ESP)

> Durée : 3 ans / Démarrage 09/2009 = fin 2012

> Budget global : 2 446 k€

> Soutien financier : FEDER (UE)

Auto financement partenaires Région Languedoc-Roussillon, INSU, RéNaSS,

CG Pyrénées-Atlantique











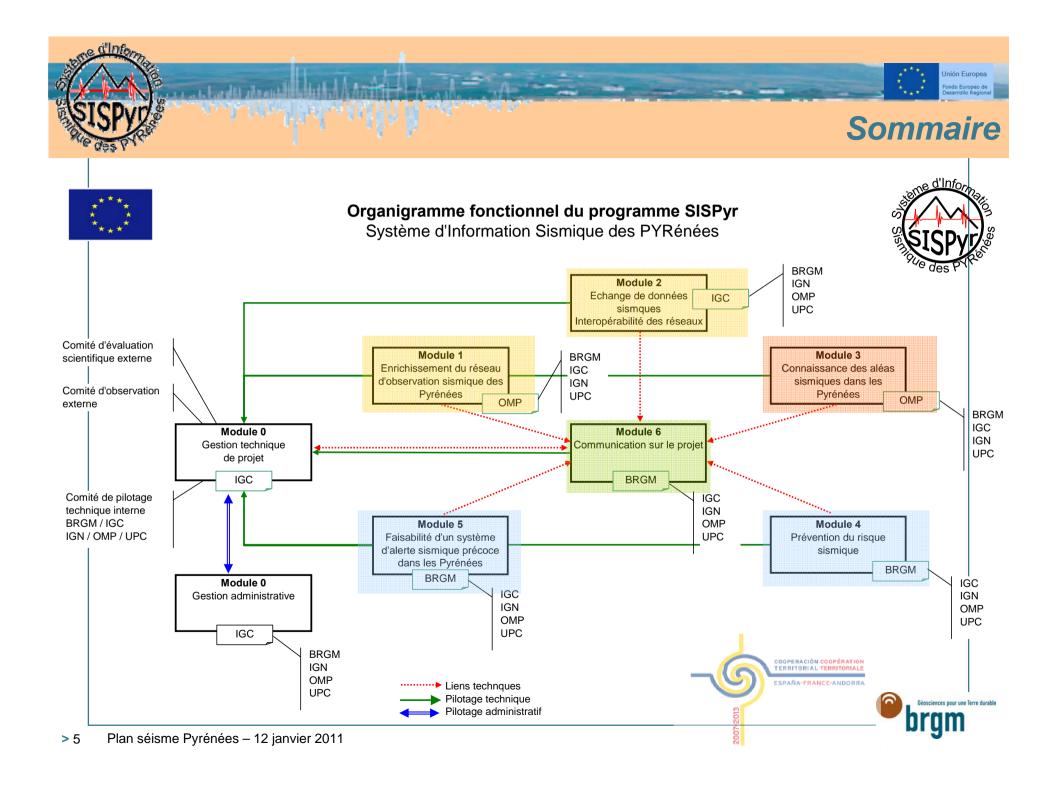


Contexte du programme

- > Objectif
 - mise en commun et d'interopérabilité des systèmes d'acquisition de données sur les phénomènes naturels
 - meilleure adéquation des moyens pour la préparation de la gestion de crise sismique dans les Pyrénées
- > Organisation de programme en « actions »
 - 6 modules interdépendants suivant 3 grands axes





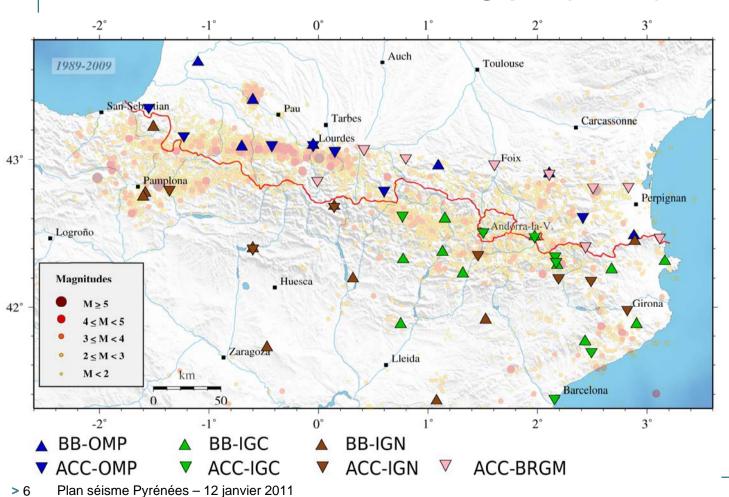






► A1 – Réseaux sismiques / A2 – Partage de données sismiques

D'ici fin 2011 : ~ 50 stations sismologiques (Acc/LB) en temps réel



A1

- Déploiement de nouvelles stations
- Migration de stations existantes vers le TR
- Groupe pyrénéen d'intervention « postsismique »

A2

- Echanges bilatéraux en temps réel
- Mise en commun rapide (temps quasi-réel) des enregistrements sur un serveur unique => interrogation et posttraitement
- Archivage-stockage de données ande longues séries tempore les m





► A3 – Connaissance de l'aléa sismique – Etudes à la source

> Trois axes principaux de recherche :

- A3.1 calculs automatisés de mécanismes (tenseurs des moments) et de magnitudes => entrée module 4
- A3.2 / Imagerie tomographique crustale (modèle de croûte 3D) => amélioration de la précision des localisations
- A3.3 / calcul de modèles d'atténuation des ondes sismiques => entrée module 4







► A4 – Risque sismique

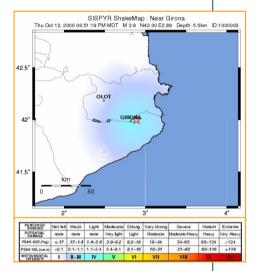
> 2 grands axes de travail

Développement de cartes de mouvement du sol

(shake-map) automatiques

□ Aide à la gestion de crise (cf. ISARD)

- □Information rapide sur mouvements du sol en tout point du territoire
- □Donnée d'entrée pour RRS
- Prévention du risque sismique
 - scénarios de dommages (vulnérabilité, effets de site…)
 - retours d'expériences de séismes passés



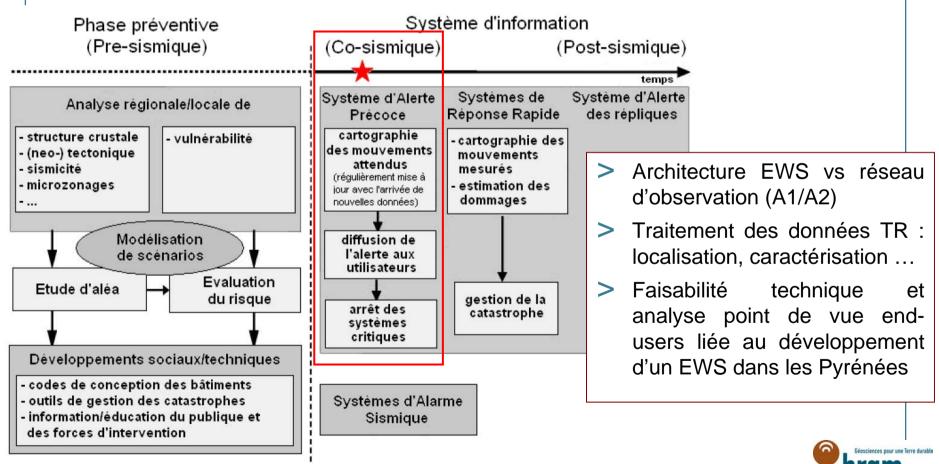






► A5 – Early Warning System : faisabilité

> Faisabilité ...contexte d'un EWS







► A6 – Communication

- > Site web de projet : www.sispyr.eu
- Communications scientifiques : ESC 2010, AIES 2011, AFPS 2011, EGU 2011
- Communication vers le grand public : réunions de restitution souhaitées localement associant collectivités territoriales et services déconcentrés de l'Etat, si possible transfrontalières (Val d'Aran-Luchonnais => à programmer)
- > Diffusion de documents d'information sur le risque sismique, interventions en milieu scolaire
- Dossier de synthèse en fin de programme et séminaire de restitution





► A4 – Risque sismique

- > 2 grands axes de travail
 - Développement de cartes de mouvement du sol (shake-map) automatiques
 - Prévention du risque sismique
 - évaluation d'effets de site (amplification locales)
 - vulnérabilité du bâti et des réseaux de transport
 - scénarios de dommages probabilistes
 - retours d'expériences de séismes passés

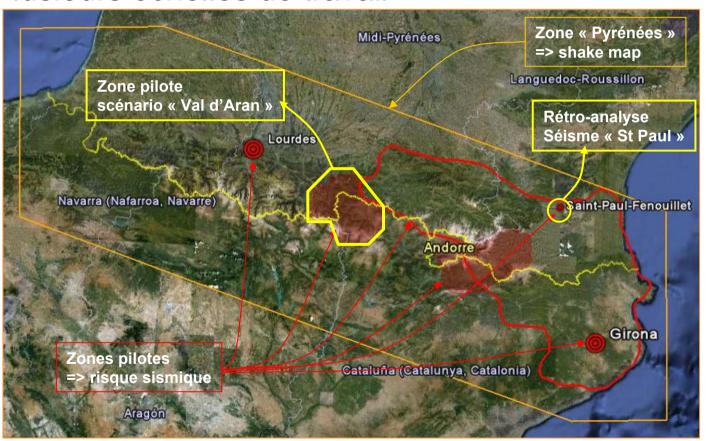






► A4 – Risque sismique

> Plusieurs échelles de travail



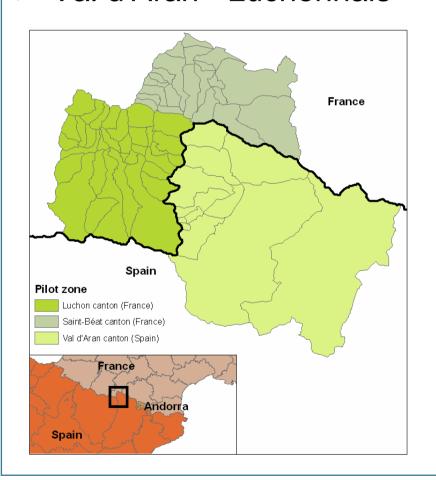






► A4 – Risque sismique

> Val d'Aran - Luchonnais



Risque sismique (rappel)

A : ALEA = séisme de scénario, agression sismique

E : valeur des ELEMENTS exposés

V : VULNERABILITE des éléments exposés

RISQUE = A.V.E







► A4 – Risque sismique

Vulnérabilité

possibilité pour un «élément exposé » de souffrir des dégâts dans le cas où elle serait soumise à l'action d'un séisme

fonction de:

caractéristiques de dessin et de construction, qualité des matériaux, âge, hauteur, etc...

concerne:

bâtiments habitables (ou non) ouvrages d'art (ponts)

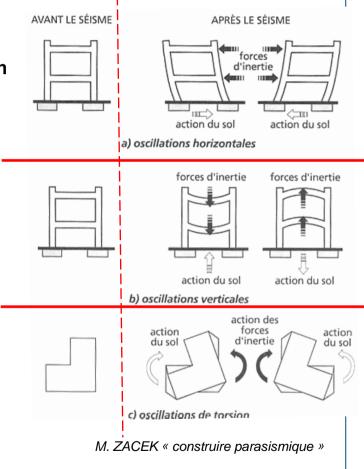
routes

installations industrielles

réseaux de distribution de gaz, réseaux électriques, etc...

et est évaluée (pour le bâti) sur la réponse de la structure face à un séisme :

modèles mathématiques méthodes expérimentales









► A4 – Risque sismique

> Vulnérabilité : une approche basée sur le retour expérience

	Type de structure	Cla A	asse B		ulné D		ité F
MAÇONNERIE	Moellon brut, pierre tout venant Brique crue (adobe)	0	4				
	Pierre brute Pierre massive	ļ	O	\sim	1		
	Non renforcée, avec des éléments préfabriques	ļ	0	I	ı		
	Non renforcée, avec des planchers en béton armé Renforcée ou chainée			О -	 	4	
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique (CPS)	 		0			
	Ossature avec un niveau moyen de CPS		h-		Ю	\dashv	
	Ossature avec un bon niveau de CPS			ŀ		Ю	\dashv
	Murs sans CPS		}	0	Н		
	Murs avec un niveau moyen de CPS			<u> </u>	0	Н	
	Murs avec un bon niveau de CPS				 	0	+
ACIER	Structures en charpente métallique			ļ		0	Н
BOIS	Structures en bois de charpente		ļ-		0	Н	

- Echelle EMS-98 : échelle d'intensité intégrant la notion de vulnérabilité dans l'évaluation de dommages
- Classes de vulnérabilité => en fonction des structures







► A4 – Risque sismique

> Vulnérabilité : une approche basée sur le retour expérience

	Degré 1	dégâts insignifiants à légers (aucun dégât structurel)
	Degré 2	dégâts modérés (dégâts structurels légers, dégâts non structurels modérés)
4/2 axe.	Degré 3	dégâts considérables à sévères (dégâts structurels modérés, dégâts non structurels importants)
	Degré 4	dégâts très sévères (dégâts structurels importants, dégâts non structurels très importants)
	Degré 5	destruction (dégâts structurels très importants)

Echelle EMS-98 : caractérisation de niveaux d'endommagement par structure type (ex. maçonnerie)

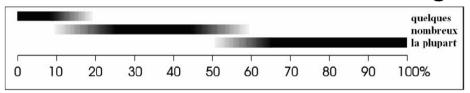






► A4 – Risque sismique

> Echelle EMS-98 : échelle d'intensité intégrant la notion de vulnérabilité dans l'évaluation de dommages



Intensité V: Fort	Dégâts de degré 1 de quelques bâtiments de classes de vulnérabilité A et B
Intensité VI: Dégâts légers	Dégâts de degré 1 de nombreux bâtiments de classes de vulnérabilité A et B Dégâts de degré 2 de quelques bâtiments de classes de vulnérabilité A et B Dégâts de degré 1 de quelques bâtiments de classes de vulnérabilité C
Intensité VII: Dégâts	De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité A subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4 De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 2, quelques uns de degré 3 Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 2 Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 1
Intensité VIII: Dégâts importants	De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité A subissent des dégâts de degré 4, quelques uns de degré 5 De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité B subissent des dégâts de degré 3, quelques uns de degré 4 De nombreux bâtiments de la classe de vulnérabilité C subissent des dégâts de degré 2, quelques uns de degré 3 Quelques bâtiments de la classe de vulnérabilité D subissent des dégâts de degré 2

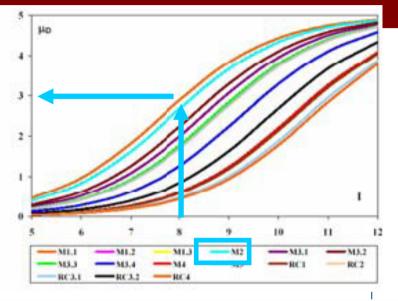




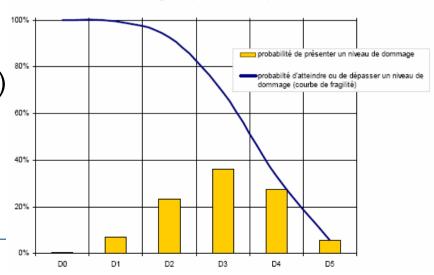


► A4 – Risque sismique

- Estimation de dommages : exemple de la méthode RISK-UE (« NIVEAU 1 »)
 - > Basée sur l'EMS 98
 - Définition d'un index de vulnérabilité Vi fonction essentiellement de la structure du bâtiment
 - Calcul d'un <u>degré moyen</u> <u>d'endommagement</u> (µ_D = f (Vi ; I)
 - Distribution probabiliste des dommages



Distribution de l'endommagement pour une valeur de µD = 3







► A4 – Risque sismique

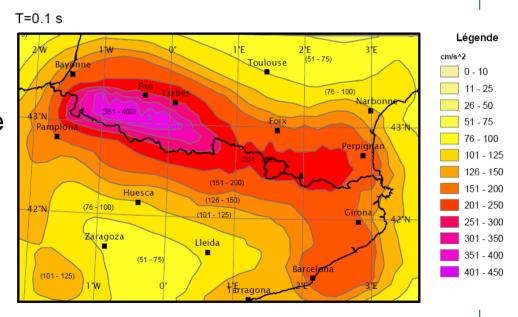
SCENARIO PROBABILISTE « Niveau 0 »

Aléa = accélération probabiliste : projet ISARD, période de retour 475 ans, période T = 0,1 s

Vulnérabilité bâti : tests comparatifs méthodes SDRS N0 = Vi ISARD N0 (Chavez) = matrice SDRS N0 modifié MI = Vi

Intensidad	G	rados de	Daño para	año para Edificios de Clase E		
intensidad	0	1	2	3	4	5
~	0.67	0.279	0.047	0.004	0	0
V-VI	0.5555	0.3355	0.0935	0.0145	0.001	0
VI	0.441	0.392	0.14	0.025	0.002	0
VI-VII	0.325	0.388	0.211	0.064	0.011	0.001
VII	0.209	0.384	0.283	0.104	0.019	0.001
VII-VIII	0.145	0.323	0.314	0.165	0.047	0.006
VIII	0.08	0.263	0.346	0.227	0.074	0.01
VIII-IX	0.045	0.169	0.287	0.286	0.168	0.045
IX	0.01	0.075	0.227	0.346	0.262	0.08
IX-X	0.005	0.04	0.136	0.268	0.336	0.215
X	0	0.005	0.044	0.191	0.409	0.351

Grado de Daño	Descripción
0	Sin Daño
1	Leve
2	Moderado
3	Severo
4	Muy Severo
5	Colapso







100



Détail des actions projetées

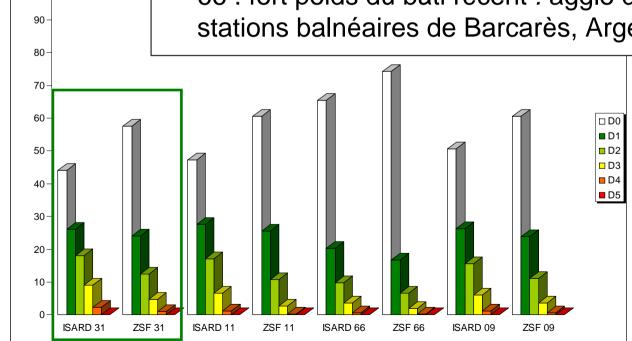
A4 – Risque sismique

SCENARIO PROBABILISTE « Niveau 0 »

D0 et D1 majoritaires

31 : plus forts dégâts (aléa plus fort)

66 : fort poids du bâti récent : agglo de Perpignan, stations balnéaires de Barcarès, Argelès, Canet



Hypothèse 2 MI avt1950

→ 50%A / 50%B

MI 1950-1990

→ SDRS 13

MI ap1990

→ 50%C / 50%D

COLL → SDRS13





► A4 – Risque sismique

SCENARIO PROBABILISTE « Niveau 0 »

Risque relatif (%)

Plus fort pour les petites communes rurales (pas de développement urbain fort les derniers 30-40 années)

Faible pour les communes où le taux de bâtiments d'avant 1950 est bas = communes avec stations balnéaires ou alpines.

Risque absolu (nombre de bâtiments)

Plus fort centre ville / historique de villes importantes de la région

= sans abris à Perpignan entre 2000 et 4000 personnes (base 50% D3)

Par départements

Sud Haute Garonne : risque le plus fort → N1 LUCHONNAIS

Comparaisons / limites

SDRS-13 très optimiste pour le logement individuel récent

Habitat individuel ancien : variations géographiques fortes = classes A et B





► A4 – Risque sismique

SCENARIO SISMIQUE : DETERMINISTE « Niveau 1 »

Séisme de référence : Vielha, 19 nov. 1923 Susagna & al, 1994

Intensités épicentrales (VII VIII MSK

M_L # 5 6

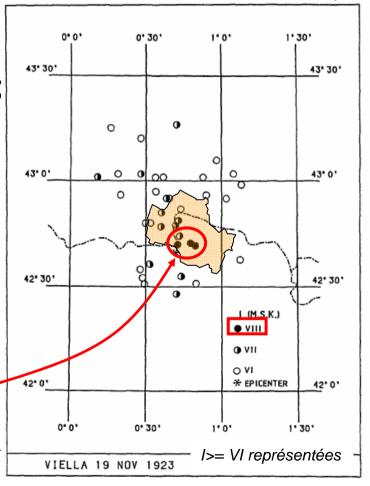
LUCHON

TRIEMBLEMENT DE TERRE, — Landi, à 4 heures du matin, une secousse sismique a été ressentie dans toute la région pyrénéenne. Cette secousse a duré dix à douze secondes.

Dans notre vallée, pas d'accident de personnes. Les dégâts matériels se sont bornés à des cheminées renversées et à quelques crevasses dans des maisons isolées, et de bris de vaisselle ou de meublee.

La secousse s'est produite du Nord au Sud.

Dans la vallée d'Aran (Espagne), les dégâts ont été plus sérieux. Quelques maisons auraient été complètement détruites ainsi que des écuries où le bétail aurait été anéanti. On parle même d'un village du Val-d'Aran qui aurait eu cinquante maisons démolies.







► A4 – Risque sismique

BATI COURANT

Caractérisation des bâtiments de la zone d'étude selon les critères de RISK-UE = TYPOLOGIE DE BATI COURANT à définir en préalable :

- campagne de terrain et visites systématiques ;
- entrevues avec architectes / constructeurs dans la région (Esp).

type	Système structural	Type risk-ue	Description
T1	maçonnerie de M1.2		Murs porteurs en pierre, plancher en bois. Maison traditionnelle.
T1'	pierre	M1.2-M1.3	Les grands bâtiments de Bagnères. Murs en pierre, éléments pierre de taille.
T2	maçonnerie non armée de	M3.3	Poutrelles et entrevous. Maçonnerie non renforcée.
Т3			Maçonnerie non armée. Plancher en béton.
T4	Béton	RC3.2	Portique BA, remplissage en maçonnerie. Structure irrégulière.
T5		RC2	Murs et voiles BA
T6	Acier	S3	Ossature en acier avec remplissage en maçonnerie
T7	Bois	W	Chalets en bois





T1 : maçonnerie en pierre.







brgm

T1': maçonnerie en pierre. Hôtels de



Retou

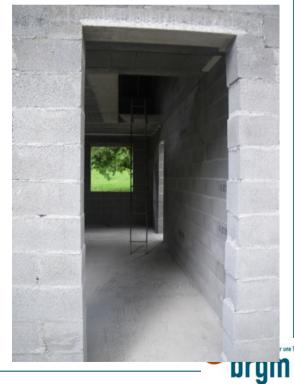
Plan séis





T2: maçonnerie. Plancher poutrelles entrevous





Plan séisme Pyrénées – 12 janvier 2011





T3 : maçonnerie. Plancher en béton









T4 : porti

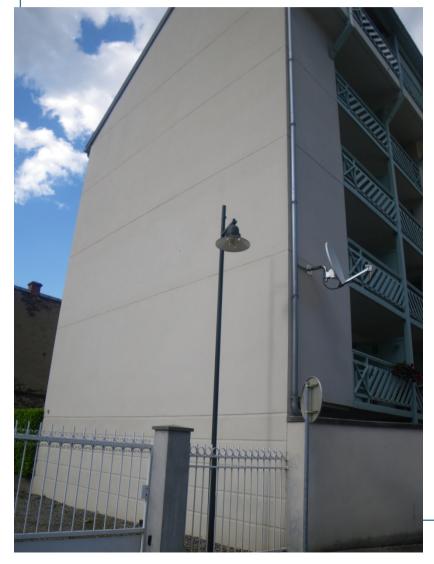








T5: murs voiles en béton









T6: ossature en acier









T7: chalet en bois





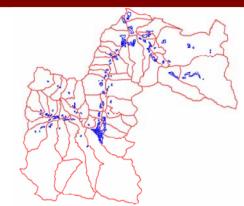




A4 – Risque sismique

VULNERABILITE DU BÂTI

- Objectif = <u>distribution de la typologie définie</u> (% relatif et nombre absolu)
- + estimation de la distribution de caractéristiques de référence (ex. nb d'étage)
- → appui INSEE et Idescat
- → cartographie hiérarchisée des zones urbaines : centres historiques, zones d'expansion, zones résidentielles récentes.
- → caractérisation par zone : nb de bâtiments et répartition des différents types
 - 1) visite de la zone en question et établissement d' une distribution sur le terrain,
 - 2) selon les statistiques de l'âge des bâtiments,
 - 3) selon critère des architectes et des constructeurs dans la région
 - 4) par similitude avec d'autres zones similaires









► A4 – Risque sismique

VULNERABILITE DU BÂTI

Définition d'un indice de vulnérabilité moyen par type de construction

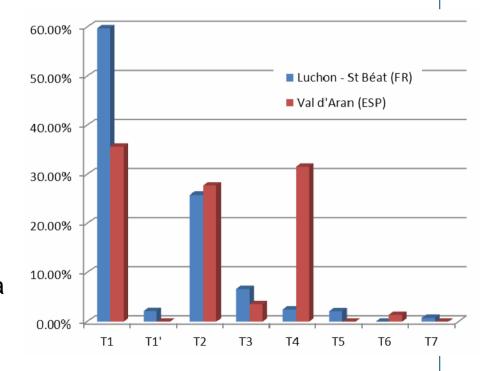
+ prise en compte facteurs aggravants :

nombre de niveaux

état de conservation

charpente et système structurel (T1, T1')

«mitoyenneté» = pénalisant la vulnérabilité (entrechoquements en milieu urbain à différents niveaux structuraux)







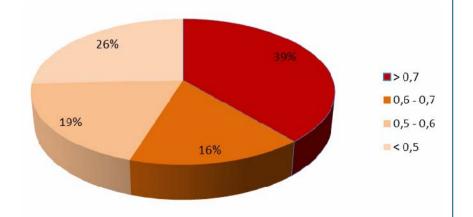
► A4 – Risque sismique

BATIMENTS ESSENTIELS

Visites détaillées de certains bâtiments (méthodologie similaire mais à l'échelle de bâtiment isolé) 34 bâtiments dont :

Bâtiments administratifs, Hôpital de Vielha, Pompiers, police, Écoles

- → Distribution des index de vulnérabilité des bâtiments essentiels
- → Intégration au sécnario de façon statistique









A4 – Risque sismique

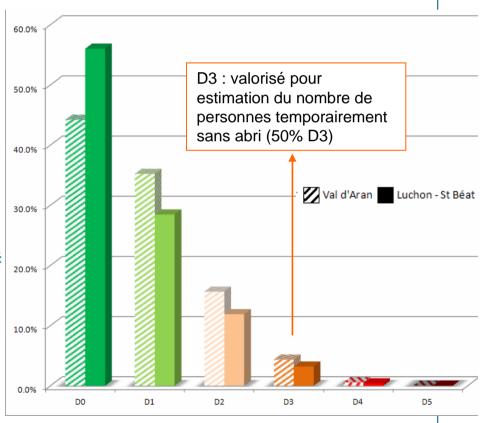
SCENARIO SISMIQUE: DETERMINISTE

Résultats BATI COURANT

- dommages simulés légers
- % endommagés fortement (D4 et D5) < 2%
- secteurs les plus touchés : centres historiques (quartier Casarilh et Gaussac -Val d'Aran, certains secteurs du centre historique de Bagnères de Luchon) => taux élevé de bâtiments datant d'avant 1950
- % dégats graves (D3) importants dans les noyaux de Vielha, Gaussac et Casarilh (D3 # 10 et 15% du parc), D3 # 5 à 10% en France et dans la vallée = > | >= VII
- % < 2% de D3 pour I < VII

Résultat BATI ESSENTIEL

- dommages mineurs majoritaires (D0-D1) = expression statistique







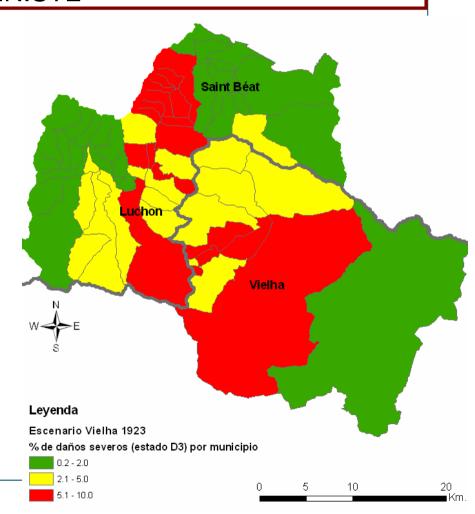


► A4 – Risque sismique

SCENARIO SISMIQUE: DETERMINISTE

SYNTHESE

- dommages majoritairement inexistants ou légers
 (D0, D1 = pas de perte structurelle)
- dommages plus élevés en zones urbaines (types T1 et T1' plus vulnérables)
- dégâts très forts et effondrements très rare et localisés dans des immeubles très vulnérables (comme en 1923 après l'effondrement de certaines granges à Vielha) → nombre de victimes également réduit.
- nombre de bâtiments endommagés sévèrement
 (État D3) important dans certains noyaux urbains et près de Vielha ou Bagnères de Luchon → nb de sans abri important et variable selon la saison







► A4 – Risque sismique

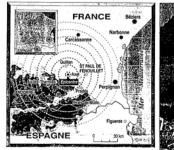
RETOUR D'EXPERIENCE : DETERMINISTE « Niveau 0 »

Séisme de référence : St Paul, 18 fév. 1996 SisFrance Intensités épi. VI-VII

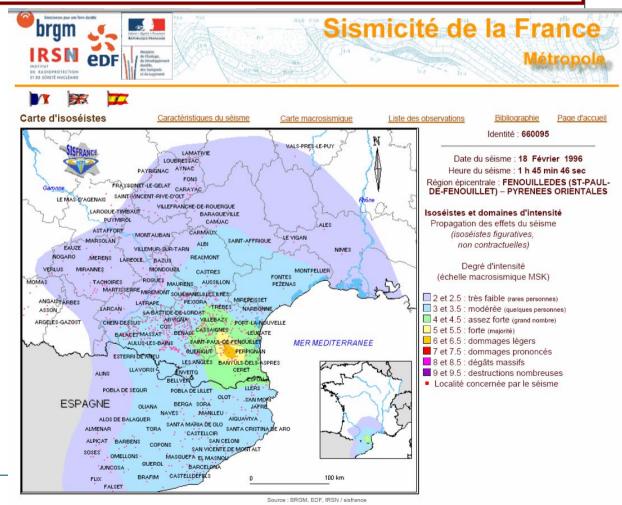
Pindépendant GRAND QUOTIDIEN REPUBLICAIN D'INFORMATION DU MIDI

UN SÉISME DE 5,6 SUR L'ÉCHELLE DE RICHTER

Les P.-O. ont tremblé











► A4 – Risque sismique

RETOUR D'EXPERIENCE : DETERMINISTE « Niveau 0 »

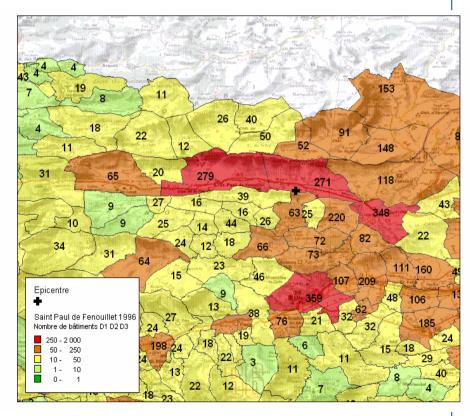
Scénario N0

Rapport AFPS: constat environ 300 fissures dans des maisons à Saint-Paul le Fenouillet

Résultat de scénario N0 à St Paul :

$$N_{D1} + N_{D2} + N_{D3} = 279$$

→ Bonne cohérence (mais « faible » magnitude)









► A4 – Risque sismique

ACTIONS 2011

Scénarios Val d'Aran – Luchonnais incluant :

- effets de sites (lithologiques et topographiques) = avec et sans spectres de réponses de sol (accélération ou intensité)
- scénario avec des courbes de capacité synthétiques (RISK-UE, Lagomarsino)
- scénario en « accélération »

Finaliser bâtiments essentiels → appui PREF31 attendu Vulnérabilité sismique du réseau routier Diagnostic Lycées 66

- développement méthode (14 sites + mesures in-situ)

Rétro-analyse scénario avec «MZ Lourdes »













SISPyr

Système d'Information Sismique des Pyrénées

Merci de votre attention







Instituto Geográfico Nacional





