

Journée technique

PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art



Denis DAVI - CETE Méditerranée

Benoît POULIN - CETE de l'Ouest

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Plan de l'exposé

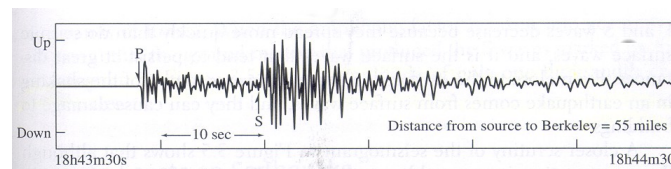
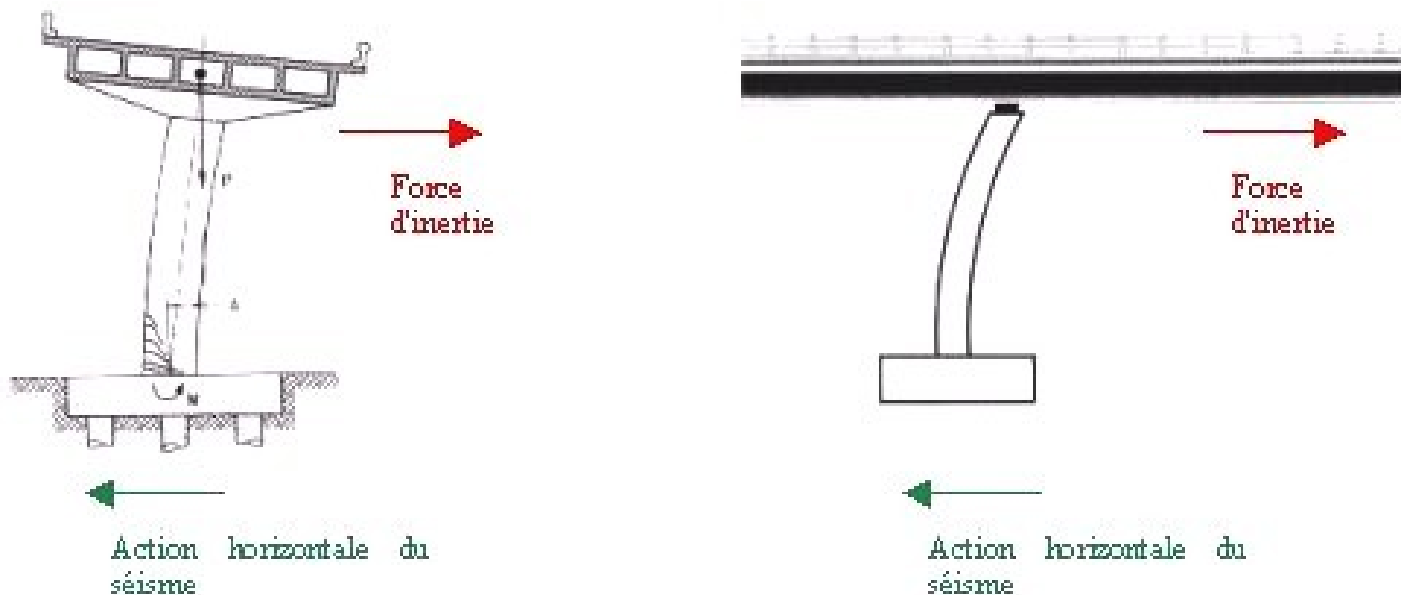
- Retours d'expérience des séismes passés
- Les principes de conception parasismique des ponts
- La problématique des ouvrages existants
- Le rôle de la maîtrise d'ouvrage
- Référentiel normatif et technique

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Nature des sollicitations sismiques

$$\text{Effort sismique} = \text{Force d'inertie} = \text{Masse} \times \text{Accélération}$$



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Echappements d'appui

Causes multiples : entrechoquements, déplacements différentiels entre appuis, tassements des fondations...



Kobé (Japon, 1995)



San Fernando (USA, 1971)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Echappements d'appui



Conception (Chili, 2010)

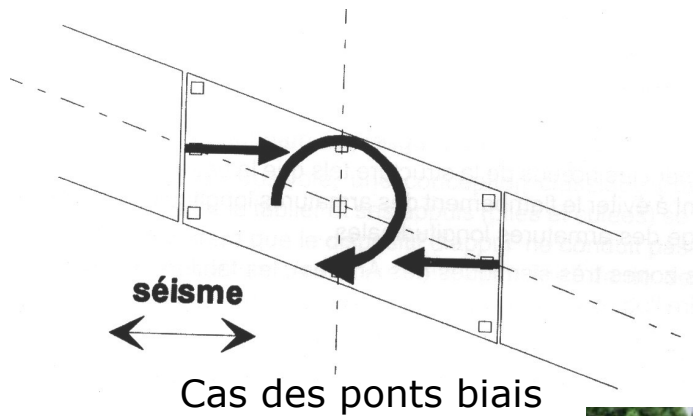


La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Echappements d'appui



Cas des ponts courbes



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Ruptures par cisaillement des piles



Kobé (Japon, 1995)



Chi-Chi (Taiwan, 1999)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Endommagement des piles sous l'effet des efforts de flexion



Northridge (USA, 1994)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Poinçonnement du tablier sous l'effet de la composante verticale



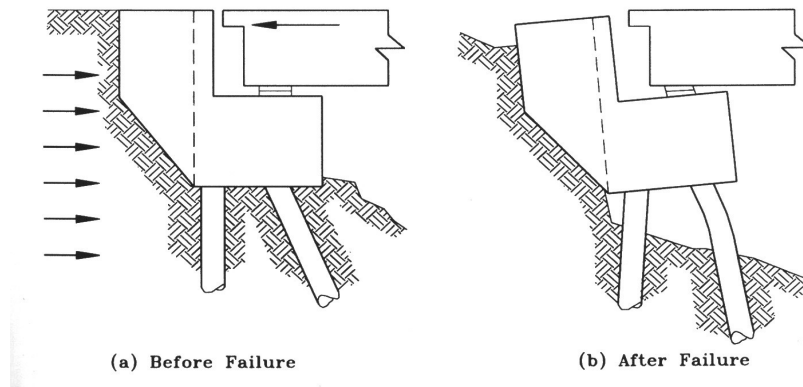
Loma Prieta (USA, 1989)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Endommagement des culées



Costa Rica (1990)

Tassement ou rupture des remblais d'accès



Aquila (Italie, 2009)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

Vulnérabilité des voûtes en maçonnerie généralement limitée aux tympan, sauf cas exceptionnel...



Aquila (Italie, 2009)
M=6,3



Conception (Chili, 2010)
M=8,8

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Causes récurrentes d'effondrement des ponts

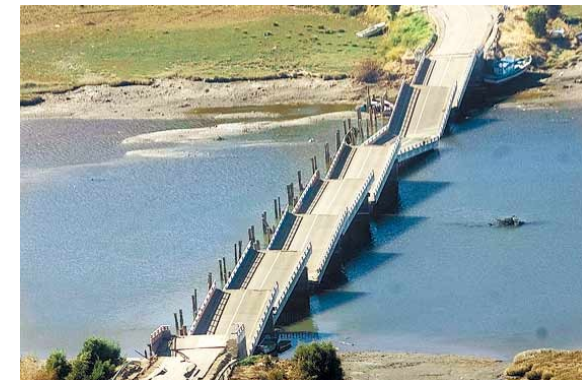
Effondrement lié à la liquéfaction du sol porteur



Costa Rica (1990)



Niigata (Japon, 1964)



Conception (Chili, 2010)

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Retours d'expérience des séismes passés

- Principaux enseignements
 - **Importance du choix et de l'analyse du site d'implantation de l'ouvrage**
(effets de site, risques de liquéfaction, chutes de blocs, glissements de terrain, présence de failles actives...)
 - **Sollicitations sismiques = efforts et/ou déplacements proportionnels à la masse du tablier et principalement horizontaux**
 - **Certains ouvrages relativement peu sensibles :**
 - Voûtes maçonnées de hauteurs modestes (< 5m)
 - Ouvrages monolithiques de type cadres ou portiques
 - Ponts très souples (ponts suspendus et à haubans) non fondés sur sols mous
 - **Certains ouvrages particulièrement sensibles :**
 - Ponts à travées indépendantes
 - Ponts présentant un biais et/ou une courbure importants

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Les exigences de performances réglementaires

EC8-2 §2.1(1) : « La démarche de dimensionnement est basée, en ce qui concerne la résistance sismique des ponts, sur l'exigence générale d'après laquelle les communications d'urgences doivent être maintenues, avec une fiabilité appropriée, après l'événement sismique de calcul. »

§2.2.2 : Exigence de non-effondrement, de fonctionnalité d'urgence et de réparabilité sous séisme ultime.

§2.2.3 : Exigence de minimisation des dommages sous séisme de service (implicite).

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Les exigences de performances réglementaires

		Niveau de performance sismique			
		Dégâts minimes / Ouvrage quasi-intact	Fonctionnalité d'urgence / Réparabilité	Non-effondrement / Protection des usagers	Etat proche de la ruine
Niveau de séisme considéré	Occasionnel (92 ans)		INACCEPTABLE	INACCEPTABLE	INACCEPTABLE
	Rare (475 ans)			INACCEPTABLE	INACCEPTABLE
	Très rare (800 ans)				INACCEPTABLE
	Exceptionnel (1250 ans)				

Catégorie II

Catégorie III

Catégorie IV

$$A_{Ed} = \gamma_i A_{Ek} \text{ avec}$$

EC8-2 §2.1(6)
et Arrêté « Ponts »

$\gamma_i = 1,00$ pour la catégorie II

$\gamma_i = 1,20$ pour la catégorie III

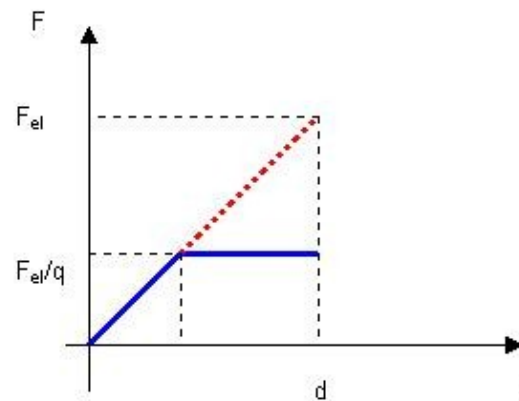
$\gamma_i = 1,40$ pour la catégorie IV

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Les stratégies de conception

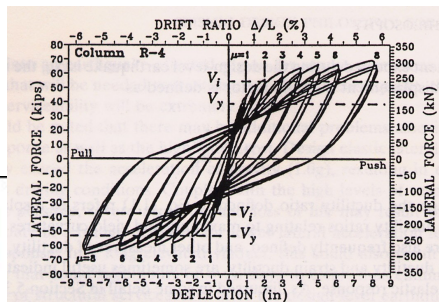
Robustesse (ductilité) des appuis



Pour faire en sorte que les piles plient...



...mais ne cassent pas



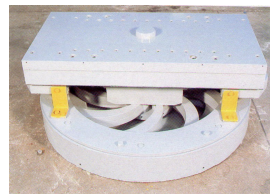
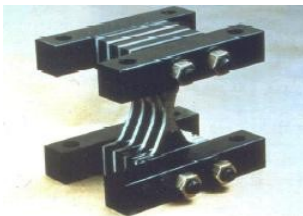
Dissipation d'énergie par hystérésis

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

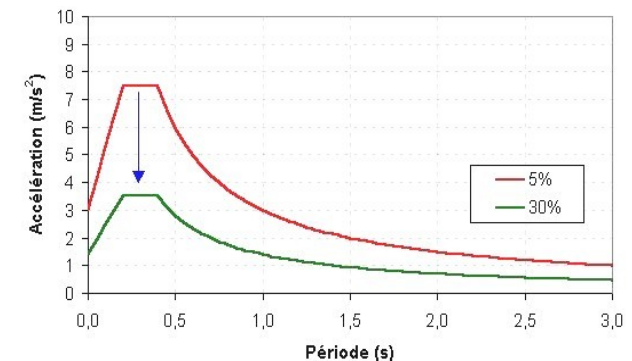
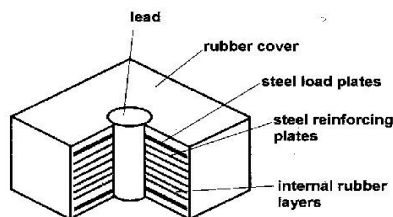
Les principes de conception parasismique des ponts

- Les stratégies de conception

Réduction des efforts transmis par le tablier
(isolation sismique, dispositifs amortisseurs)



EC8-2 §7
et Annexes J, JJ et K
NF EN 15129



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Prise en compte du séisme en phase de construction



EC8-2 - Annexe A



Pour une durée de construction de 2 ans :

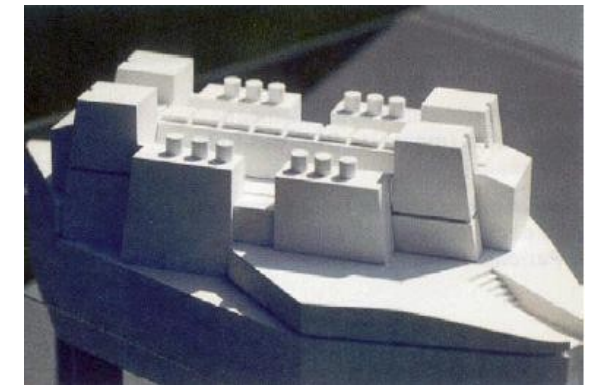
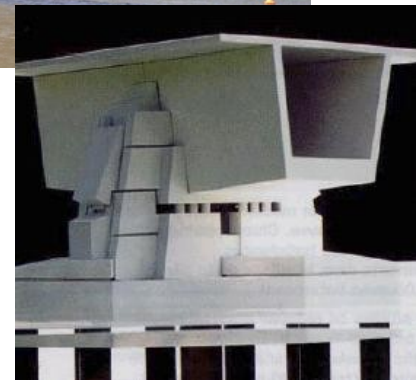
$$a_{gr, \text{ constr}} = 0,26 a_{gr}$$

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Quelques exemples de ponts parasismiques en France...
(conçus selon les anciennes règles AFPS92)

Le pont sur le Rhin (Strasbourg)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Quelques exemples de ponts parasismiques en France...
(conçus selon les anciennes règles AFPS92)

Le viaduc de Saint-André (Vallée de la Maurienne)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Quelques exemples de ponts parasismiques en France...
(conçus selon les anciennes règles AFPS92)

Le pont sur le Var à Saint-Isidore (proximité de Nice)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Les principes de conception parasismique des ponts

- Quelques exemples de ponts parasismiques en France...
(conçus selon les anciennes règles AFPS92)

Les ouvrages du TGV Méditerranée



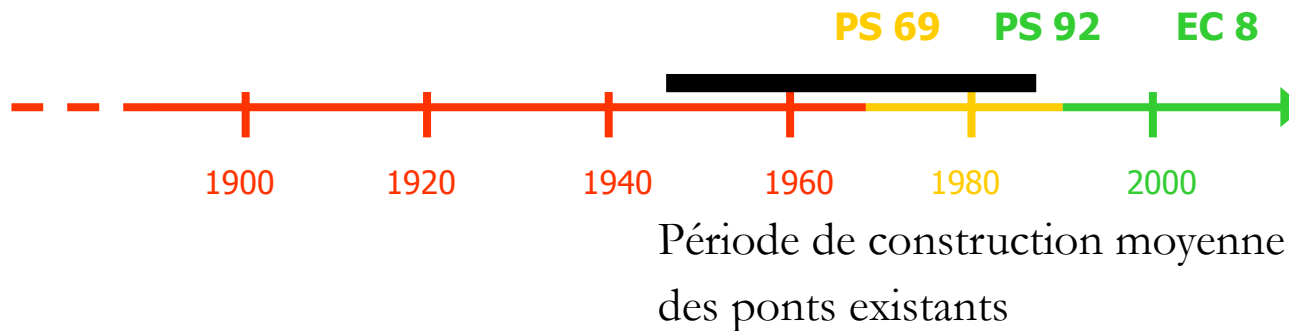
L'ensemble de la ligne du TGV Méditerranée est équipé de capteurs permettant de couper instantanément la circulation des trains en cas de secousse sismique.

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Contexte général et obligations réglementaires

Bon nombre de ponts existants ont été construits avant l'apparition des premières normes parasismiques...



PS92 : 1^{ères} règles de conception parasismique « modernes » en France

- ➔ Vulnérabilité potentielle des constructions conçues avant 1995
- ➔ Question des ouvrages situés dans des zones considérées « non sismiques » dans l'ancien zonage



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Contexte général et obligations réglementaires

Quelques documents officiels font référence (de manière assez vague) à cette problématique spécifique :

- « La circulaire du 26 avril 2002 relative à la prévention du risque sismique encourage les propriétaires publics ou privés de bâtiments, équipements et installations de classe C ou D à procéder à une démarche de diagnostic et éventuellement de renforcement de leurs ouvrages existants vis-à-vis de l'aléa sismique. »
- Certains PPRS fixent également des règles de principe pour les ponts existants à fort enjeu : prescription de renforcer à une échéance donnée pour un niveau correspondant à un coût de travaux forfaitairement fixé à 10% de la valeur de l'ouvrage...

mais peu voire jamais appliqué dans les faits...



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Contexte général et obligations réglementaires

Nombre colossal d'ouvrages concernés... mais :

- Impossibilité matérielle et financière de diagnostiquer/renforcer tous les OA
- Non souhaitable d'un point de vue stratégique :
 - Certains ouvrages sont résistants
 - Problème de « rentabilité » du renforcement



Nécessité d'établir des priorités

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Contexte général et obligations réglementaires

Aspect non-couvert par la nouvelle législation (nouvel arrêté « ponts »)
(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Manques méthodologiques et réglementaires concernant cette problématique :

- Quels ouvrages traiter en priorité?
- Quelles méthodes d'analyses pour les diagnostiquer?
- Quel niveau de performance à atteindre par leur renforcement?
- A quel coût?

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Méthodologie développée par le RST

(GT piloté par le Sétra et le CETE Méditerranée)

- 1^{ère} phase : identification rapide des ouvrages les plus exposés et sensibles

- 2^{ème} phase : diagnostic détaillé des ouvrages jugés prioritaires et projet de renforcement le cas échéant

Cible préférentiellement le renforcement des ouvrages situés dans des zones de sismicité forte ou modérée et présentant un fort enjeu socio-économique (itinéraires structurants ou desserte d'équipements stratégiques) en vue d'une réduction sensible et économiquement pertinente de leur niveau de vulnérabilité.

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Méthodologie développée par le RST
(GT piloté par le Sétra et le CETE Méditerranée)

1ère phase : Schéma de priorisation des ouvrages, établi par croisement de :

- La vulnérabilité pressentie de l'ouvrage aux séismes
(indices de vulnérabilité sommaire calculés à partir de critères qualitatif, typologiques et géométriques : **méthode Sismoa**)
- La sismicité du site d'implantation de l'ouvrage
(accélérations de référence réglementaires + effets induits)
- L'importance stratégique de l'ouvrage dans l'organisation des secours et la reprise de l'activité socio-économique
(matrice d'importance couvrant différentes échelles : Itinéraire/OA + Long terme/Court terme)

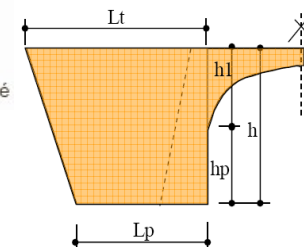
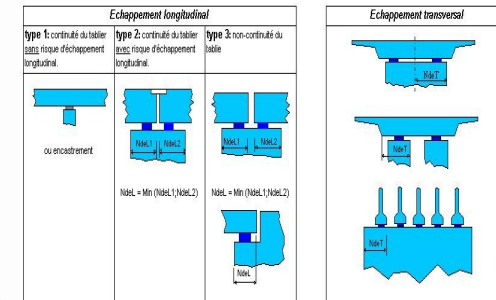
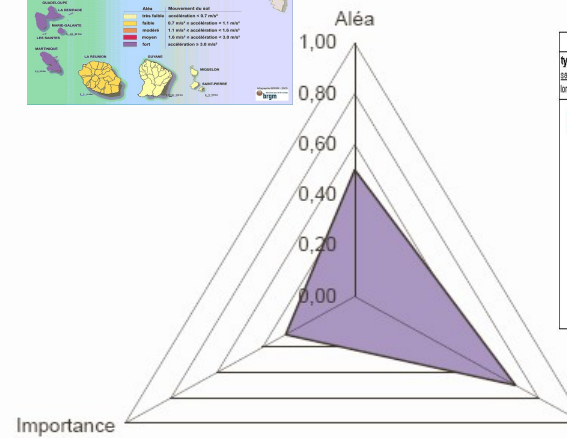
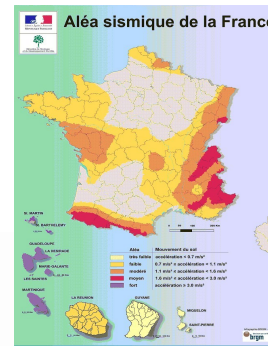
La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Méthodologie développée par le RST
(GT piloté par le Sétra et le CETE Méditerranée)

1ère phase : Schéma de priorisation des ouvrages :

I _{OA1} (court terme)		I _{sec_OA}		I _{rest_OA}	
Victimes directes					
Trafic sur l'ouvrage (en véh/j)	<1000 : 1	1k<., <10k : 2	>10 000 : 3	I _{Vict_OA} = ...	
Surface de tablier (m ²)	< 200 : 1	200< <4000 : 2	> 4000 : 3	...	
Fréq embouteillage sur ouvrage	nulle : 0	moyenne : 1,5	élevée : 3	...	
Voie franchie					
Type de voirie	RD, frêt Snct : 1	RN, TER : 2	Autoroute, TGV : 4	...	
Trafic sous l'ouvrage (en véh/j)	<1000 : 1	1k<., <10k : 2	>10 000 : 4	...	
Fréq embouteillages sous ouvrage	nulle : 0	2	élevée : 4	...	
Réseaux vitaux franchis		oui : 2	non : 0	...	
Organisation des secours					
Franchissement d'un itinéraire vital au sens des PIS		oui : 4	non : 0	I _{sec_OA} = ...	
Desserte immédiate de centre vital (caserne pompier, hôpital, base militaire, préfecture, ...)		oui : 4	non : 0	...	
Possibilités de rétablissement à court terme pour véhicules de secours					
Réparabilité (pont courant à typologie peu vulnérable)		oui : 2	non : 3	I _{rest_OA} = ...	
Possib. de pont de secours (trèche < 40 m)		oui : 3	non : 3	...	
Possib. de déviation locale (échangeur, nousud urbain)		oui : 3	non : 3	...	
I _{OA1} = ... (= I _{Vict_OA} + I _{sec_OA} + I _{rest_OA})					
Rôle socio-économique voie franchie					
Type voirie	VC : 0	RD : 1	RN, frêt, TER : 2	Autoroute, TGV : 3	I _{sec_OA} = ...
Nb voies	1 voie : 0	2 voies : 0,5	3 ou 4 voies : 1	>= 5 voies : 2	...
Trafic (en véh/j)	<1000 : 0	1k<., <10k : 0,5	normal : 0,5	élevé : 1	...
Trafic PL		faible : 0	normal : 0,5	élevé : 1	...
Rôle de desserte	village : 0	aggl. pôle d'act. : 0,5	régional : 1	national : 2	...
Réseaux franchis		oui : 1	non : 0	...	
Possibilités de reconstruction de l'ouvrage					
Durée de reconstruction	< 6 mois : -1	6< < 24 mois : 2	> 2 ans : 4	I _{sec_OA} = ...	
Valeur intrinsèque de l'ouvrage					
Valeur intrinsèque de l'ouvrage	< 1 M € : 0,5	1 << 15 M € : 1	15 << 60 M € : 2	> 60 : 4	I _{Val_OA} = ...
Coût		oui : 2	non : 0	...	
Valeur patrimoniale historique (ouvrage classé)		oui : 2	non : 0	...	
I _{OA2} = ... (= I _{sec_OA} + I _{Val_OA} + I _{rest_OA})					



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Méthodologie développée par le RST
(GT piloté par le Sétra et le CETE Méditerranée)

2ème phase : Diagnostic et projet de renforcement

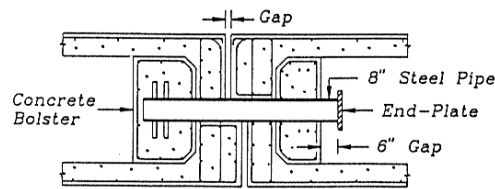
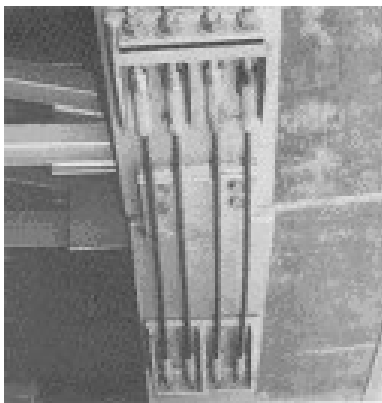
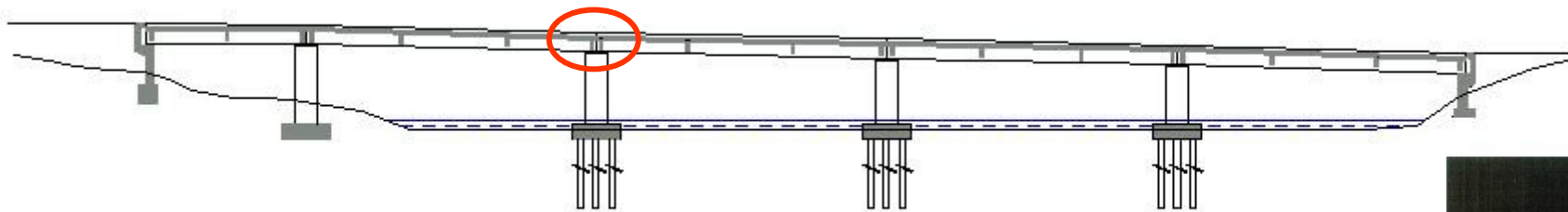
(Uniquement pour les ouvrages sélectionnés lors de la phase précédente)

- Diagnostic sismique basé sur des méthodes d'analyse spécifiques
(*approches incrémentales visant à évaluer de manière la + réaliste possible le niveau de résistance des structures*)
- Établissement d'objectifs de performance optimisés, réalistes et accessibles
(*étude préliminaire de renforcement sismique visant à définir le meilleur optimum performance/enjeux/coûts*)
- Techniques de renforcement adaptées au contexte français
(*typologies d'ouvrage + sismicité « modérée »*)

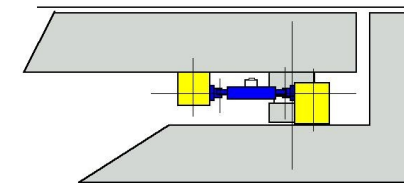
La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

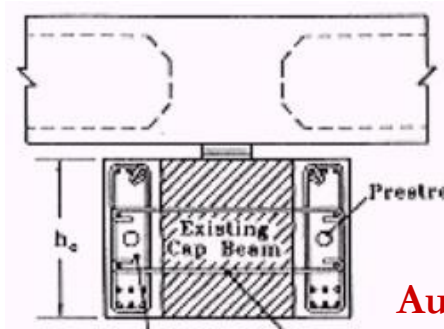
- Stratégies de renforcement



Attelage des travées



Installation d'amortisseurs

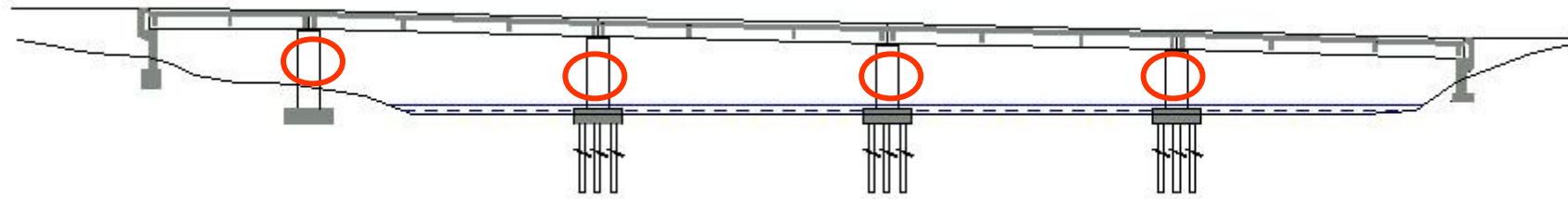


Augmentation des repos d'appui

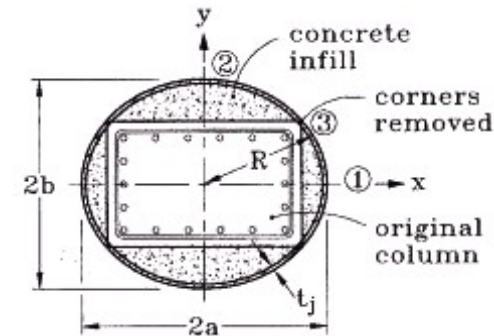
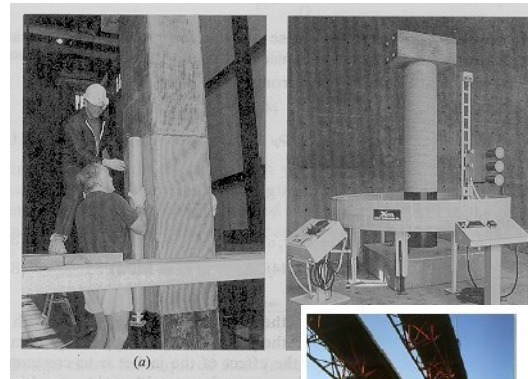
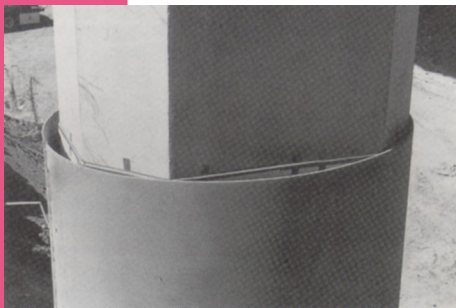
La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Stratégies de renforcement



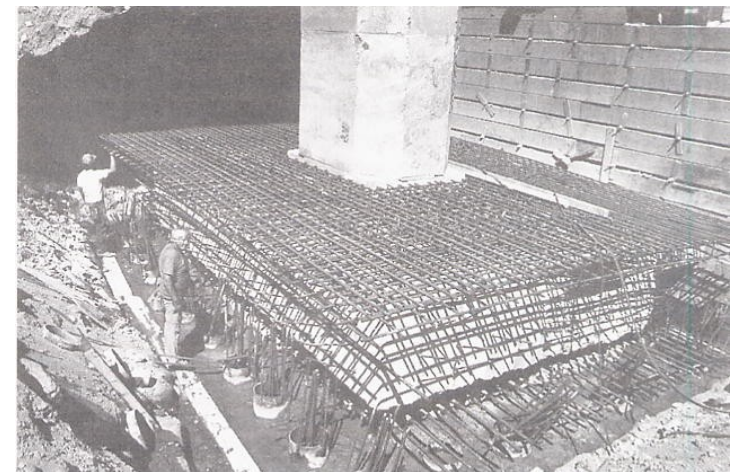
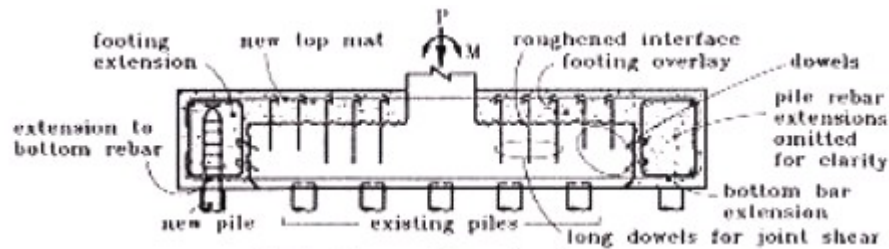
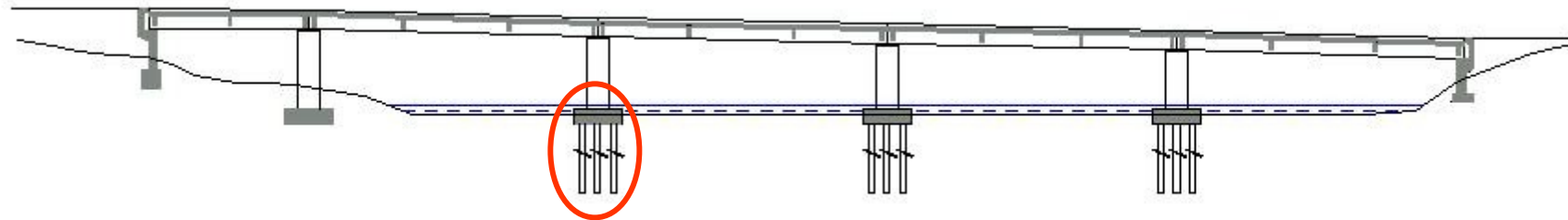
Chemisage des piles



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

La problématique des ouvrages existants

- Stratégies de renforcement



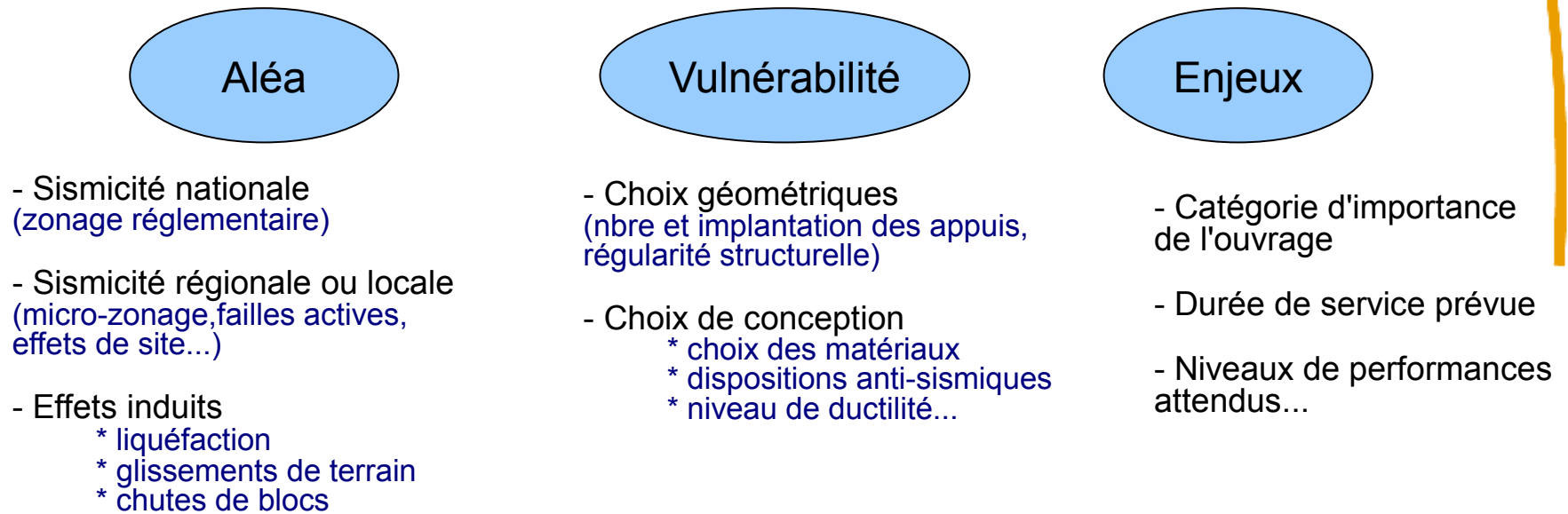
Renforcement des fondations

La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

- Cas des ouvrages neufs

La prise en compte du séisme repose sur l'analyse de 3 paramètres :



Le Maître d'Ouvrage intervient (en lien avec son Maître d'Œuvre et/ou AMO) dans la définition ou la caractérisation de chacun ces 3 paramètres.



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

- Cas des ouvrages existants

Aspect non-couvert par la législation actuelle

(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

- Mise en conformité sismique du viaduc de Caronte (Martigues, A55)

- Collaboration DIR Méditerranée / Sétra / CETE Méditerranée
- Mise à profit des travaux de renforcement structurel
- Analyse du risque de liquéfaction + renforcement sismique :
 - *Rajout de butées parasismiques*
 - *Remplacement des appareils d'appui*
 - *Emploi de dispositifs amortisseurs précontraints*
- Permet d'atteindre 70 à 100% a_g selon accélérogramme utilisé, pour 10% du coût global de l'opération (environ 500 k€ HT, soit 50 € HT/m² de tablier)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

- Cas des ouvrages existants

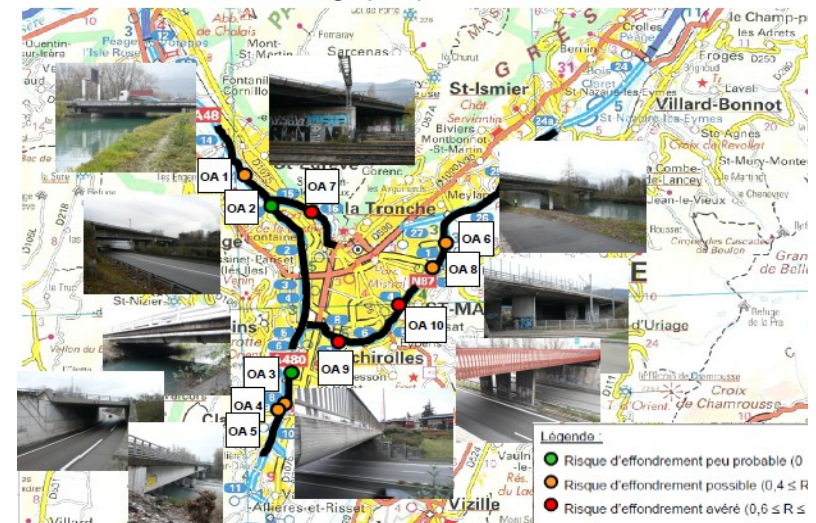
Aspect non-couvert par la législation actuelle

(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

- Analyse de la vulnérabilité sismique des OA stratégiques de desserte de Grenoble (38)
- Collaboration CETE Méditerranée / CETE de Lyon
- Étude commandée par la DREAL Rhône-Alpes (cadre exercice Richter 38)
- Principaux résultats :
 - 10 OA analysés
 - 5 scénarios sismiques envisagés
 - Vulnérabilité des OA globalement faible à moyenne (sauf pour 3 d'entre eux)
 - Risque faible à fort selon les scénarios

Scénario 1a : Nouveau zonage (EC8) – Période de retour 475 ans



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

- Cas des ouvrages existants

Aspect non-couvert par la législation actuelle

(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

- Diagnostic et renforcement sismiques de 5 viaducs de l'A9 entre Perpignan et l'Espagne

- Mise à profit de travaux d'élargissement
- Demande explicite de prise en compte par la DGITM (concedant) validée par Décision Ministérielle
- Collaboration ASF / Sétra / CETE Méditerranée
- Principaux résultats :

- Atteinte de 100% de a_g
- Coût compris entre 2 et 13% du coût de remplacement et 11 à 35% du coût de l'opération

- Techniques prévues :
*butées parasismiques, amortisseurs
remplacements AA, renforts de piles, clouages culées,
renforts de certaines fondations...*



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

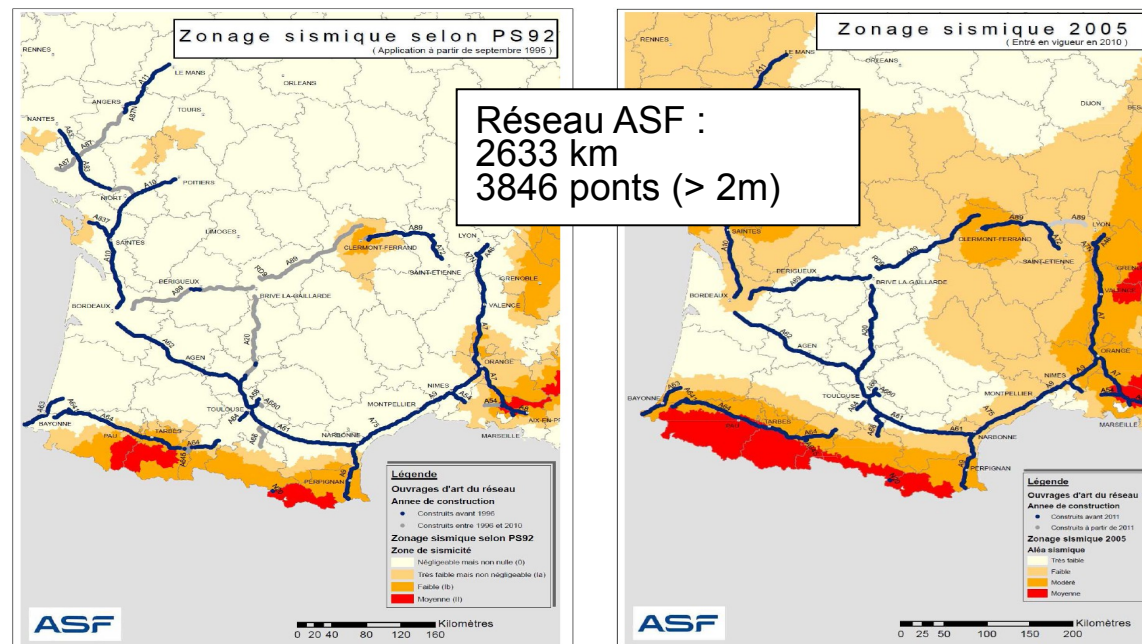
- Cas des ouvrages existants

Aspect non-couvert par la législation actuelle

(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

- Analyse des enjeux liés à la modification du zonage sismique et identification des itinéraires autoroutiers prioritaires (DGITM + ASF, APRR, AREA, Escota...)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

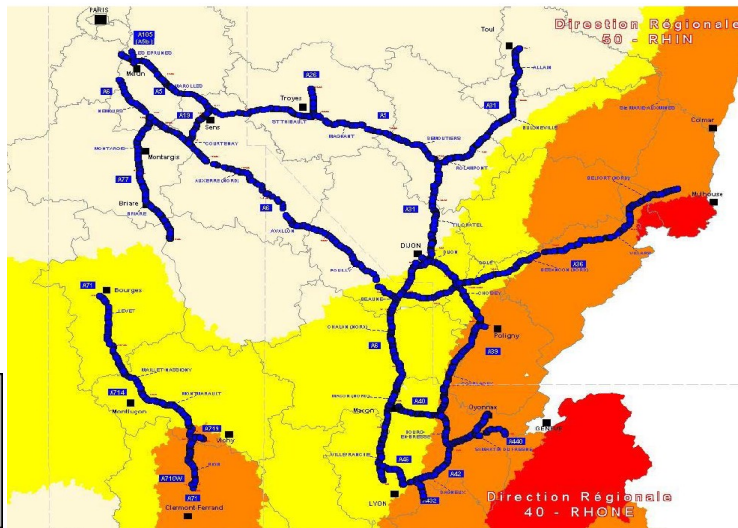
- Cas des ouvrages existants

Aspect non-couvert par la législation actuelle

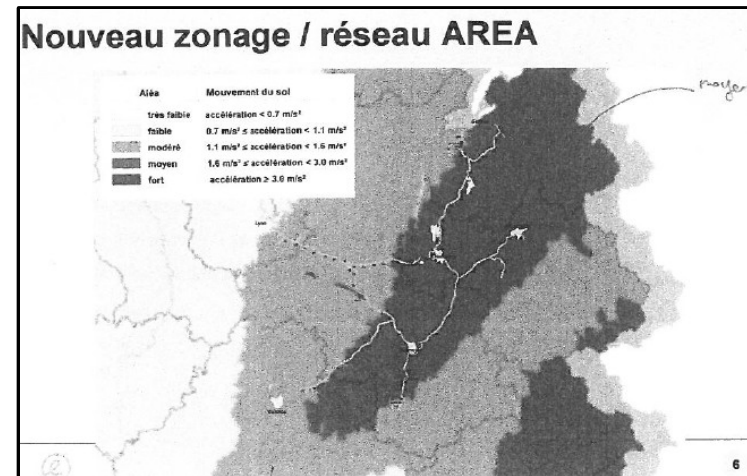
(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

- Analyse des enjeux liés à la modification du zonage sismique et identification des itinéraires autoroutiers prioritaires (DGITM + ASF, APRR, AREA, Escota...)



Réseau Escota :
460km – 126 OA, la plupart en zone 4



Le réseau APRR recense un total de :

- 2310 ouvrages dont 80 viaducs,
- 160 000m² de murs de soutènement
- 4 tunnels.



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Le rôle de la maîtrise d'ouvrage

- Cas des ouvrages existants

Aspect non-couvert par la législation actuelle

(mais qui n'interdit pas de s'en préoccuper !!)

Exemples de prise en compte et d'actions « volontaristes »

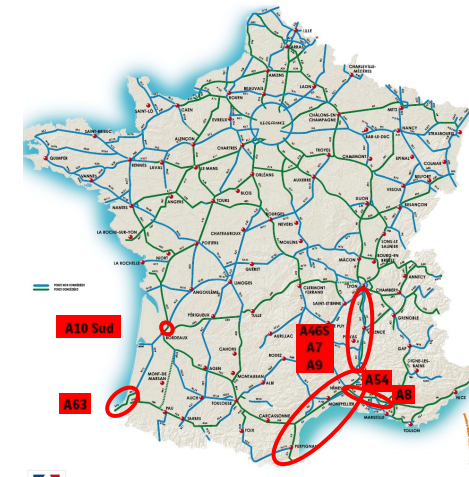
- Analyse des enjeux liés à la modification du zonage sismique et identification des itinéraires autoroutiers prioritaires (DGITM + ASF, APRR, AREA, Escota...)

- ➔ Nécessité d'une étape intermédiaire + simple permettant de hiérarchiser les grands axes les uns par rapport aux autres
- ➔ Approche basée sur les enjeux, envisagée par ASF en lien avec DGITM/DIT/GRN/GRA/Contrôle concessions/OA et CETE Méditerranée (AMO) :

Pondérations : $I > A \gg V$

avec :

- I = Importance stratégique itinéraire (*évaluation objective, ex : matrice I_{itin}*) ;
- A = Aléa sommaire : zonage national + effets de site « en grande maille » (*bassin sédimentaire, vallée alluvionnaire, plages et lagunes, relief prononcé...*) ;
- V = Vulnérabilité globale très sommaire : nbre d'ouvrages, % OA-C / OA-NC, âge moyen...



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Référentiel normatif et technique

- Références normatives

Ne couvre pas la problématique des ponts existants !

Législation nationale

- Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique
- Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français
- Arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la catégorie dites "à risque normal"

Normes de calcul européennes et leurs Annexes Nationales

- NF EN1998-1 et NF EN1998-1/NA - Eurocode 8 : Calcul des structure pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- NF EN1998-2 et NF EN1998-2/NA - Eurocode 8 : Calcul des structure pour leur résistance aux séismes – Partie 2 : Ponts
- NF EN1998-5 et NF EN1998-5/NA - Eurocode 8 : Calcul des structure pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques

Normes « produits » européennes

NF EN 15129 : Dispositifs antisismiques



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

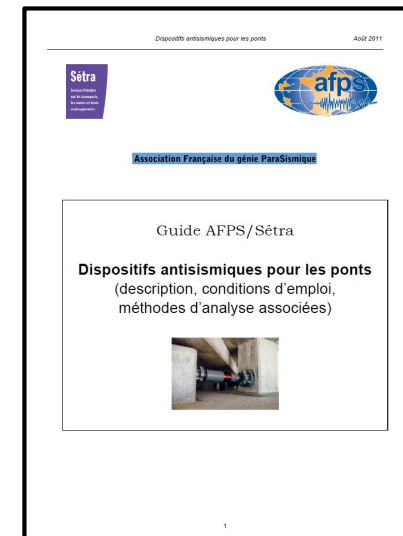
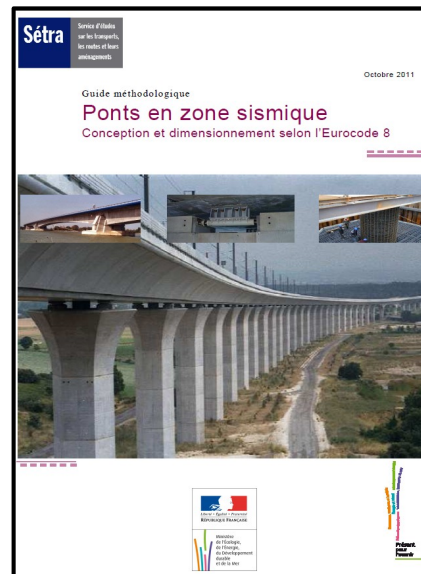
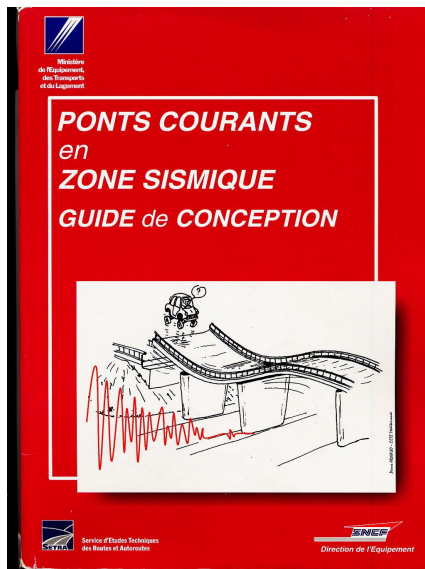
Référentiel normatif et technique

- Documentation technique

Concernant les ouvrages neufs

A paraître :

- Guide Sétra « Ponts en zone sismique – Conception et dimensionnement selon l'EC8 » (Refonte de l'actuel guide de conception Sétra/Sncf « Ponts courants en zone sismique »)
- Cahier technique AFPS/Sétra « Dispositifs parasismiques pour les ponts »



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

Référentiel normatif et technique

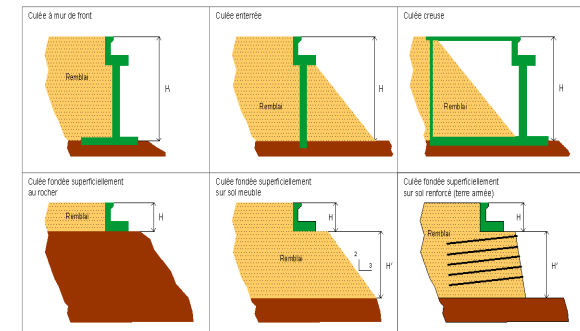
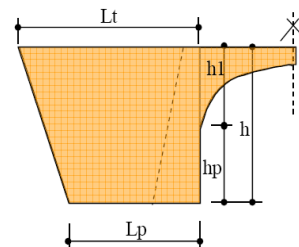
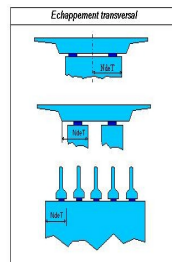
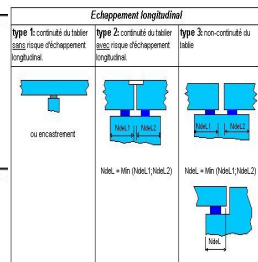
- Documentation technique

Concernant les ouvrages existants

Méthode Sismoa

- Evaluation préliminaire du risque sismique sur les OA existants
- Approche sommaire qualitative basée sur des critères typologiques et géométriques
- Reposant sur l'analyse des dégâts subis par les ponts lors des séismes passés
- Méthode validée, téléchargeable sur le site internet du Sétra

(Compléments Sisroute et Sismur en phase de développement)



La prise en compte du risque sismique sur les Ouvrages d'Art

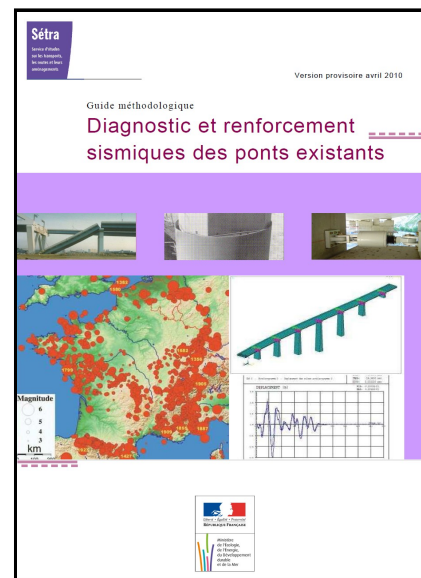
Référentiel normatif et technique

- Documentation technique

Concernant les ouvrages existants

A paraître :

- Guide Sétra « Diagnostic et renforcement sismiques des ponts existants »



+ Réflexions en cours sur les problématiques d'élargissement et de remplacement de tabliers...

Merci pour votre attention !

