

Journées techniques
organisées avec l'appui du Sétra
et sous l'égide de la CoTITA

PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE

Mardi 27 mars 2012
Lundi 2 et mardi 3 avril 2012

CETE Méditerranée, Aix-en-Provence



Journées techniques
organisées avec l'appui du Sétra
et sous l'égide de la CoTITA

PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE

Diagnostic et renforcement des ouvrages existants : SISMOA

Arnold BALLIERE
CETE Méditerranée



SISMOA

- **Présentation de l'outil**
- Exemple d'un ouvrage réel



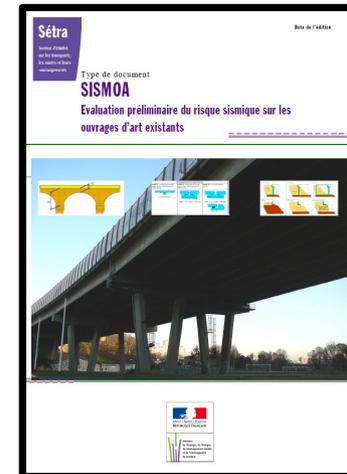
SISMOA

Présentation de l'outil

SISMOA =

Méthode d'évaluation préliminaire du risque sismique sur les ouvrages d'art existants

- *Approche sommaire qualitative* développée par le sétra, essentiellement basée sur des critères géométriques et typologiques
 - Repose sur l'expérience des séismes passés (modes de ruine les plus fréquents) pour chacun des éléments constitutifs de la structure (tablier, piles, culées, fondations,...)
 - Ne peut se substituer à un calcul de vérification
- indications sur la réponse aux séismes de l'ouvrage
- identification d'une valeur du risque de dommage sur l'ouvrage (critère permettant un classement possible de la sensibilité des OA aux séismes)



SISMOA

Présentation de l'outil

SISMOA =

Champ d'application :

- OA courants (circulaire du 5 mai 1994)
- Non couverts : arcs, ponts à béquilles, ponts à câbles, ponts cantilever, OA de portée < 5,0 m
- correspond à celui des méthodes simplifiées des PS92 (valable avec l'EC8)



SISMOA

Présentation de l'outil

SISMOA =

Outil téléchargeable
sur le site internet du
Sétra

The screenshot shows the Sétra website interface. At the top, there is a navigation bar with 'Sétra' logo, 'Services d'études sur les transports, les routes et les aménagements', and links for 'Plan du site', 'Contacts', 'Liens utiles', and a search box labeled 'Rechercher'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Accueil > Productions > A télécharger >'. The main content area features a date 'mardi 27 mars 2012' and a sidebar with categories: 'Missions/Organisation', 'Domaines d'activité', 'Productions', 'DTRF', 'Sites métiers', 'International', and 'Normalisation'. The main article is titled 'SISMOA Evaluation préliminaire du risque sismique sur les ouvrages d'art existants'. It includes a small image of a bridge and text describing the SISMOA method as a preliminary seismic risk evaluation procedure for existing structures. The text states: 'La méthode SISMOA est une procédure d'évaluation préliminaire du risque sismique sur les ouvrages d'art existants. Elle repose sur les données géométriques et typologiques des ouvrages. Les résultats permettent de localiser les éléments sensibles et aboutissent à l'évaluation d'une valeur de risque par ouvrage.' It also mentions that SISMOA was developed by the Sétra/CETE Méditerranée group in collaboration with CETE de Lyon and Bordeaux, and was published in November 2010 as a 28-page document with reference 1039w. A 'Télécharger le document...' button is present, along with a 'Nota' box stating that the calculation sheet (Excel) is included in the PDF. At the bottom, there is a 'Documents associés' section with a link to the SISMOA document (PDF - 1.1 Mo).

→ Guide technique + Tableur de saisie (excel)

SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

→ **Indice de risque :**

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

→ **4 indices de vulnérabilité :**

V_{vib} : vulnérabilité au phénomène vibratoire

V_{liq} : vulnérabilité à la liquéfaction

V_{gliss} : vulnérabilité aux glissements de terrain

V_{blocs} : vulnérabilité aux chutes de blocs

*Vulnérabilité de l'OA
aux phénomènes
induits par le séisme*

SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

1- indice de vulnérabilité vibratoire :

$$V_{\text{vib}} = V_{\text{général}} \times \max(V_{\text{voûte}} ; V_{\text{tablier}} ; V_{\text{culées}} ; V_{\text{piles}})$$

Le macro-indice $V_{\text{général}}$ caractérise la sensibilité d'ensemble d'un ouvrage

Sont intégrés :

- $V_{\text{méth}}$ traduisant l'incidence de la méthode de calcul utilisée,
- V_{type} traduisant celle du type de structure,
- $V_{\text{état}}$ traduisant celle de l'état de santé de l'ouvrage.



SISMOA

Présentation de l'outil

Choix utilisateur



Valeurs retenues



Méthode de calcul	$V_{m\acute{e}th}$
statique	1
forfaitaire 0,1 G (information fiable ou présence de butées de blocage visibles)	0,8
PS 92	0,2
Type de structure	V_{type}
cadre et portique	0,2
pont à travées continues	0,4
pont à travées indépendantes	0,6
pont voûte en maçonnerie	0,7
Classe IQOA (issue de l'analyse des données recensées sur la base Edouart +)	$V_{\acute{e}tat}$
1	0
2	0,2
2E	0,3
3	0,5
3U	0,6



SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

1- indice de vulnérabilité vibratoire :

$$V_{\text{vib}} = V_{\text{général}} \times \max(V_{\text{voûte}} ; V_{\text{tablier}} ; V_{\text{culées}} ; V_{\text{piles}})$$

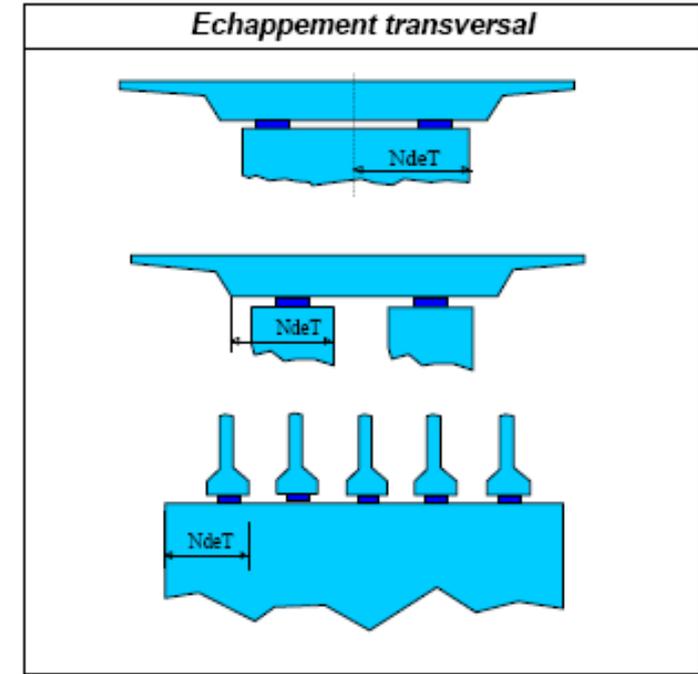
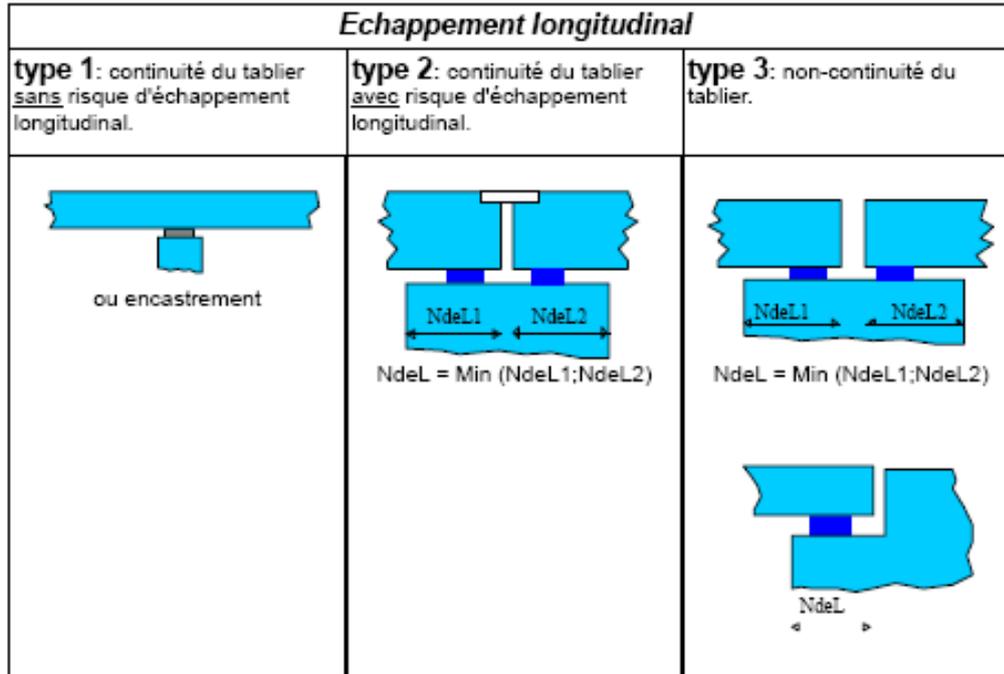
V_{tablier} représente l'incidence de la vulnérabilité du tablier au regard de ses conditions d'appui.

$V_{\text{tablier}} = \text{Max de :}$

- V_{long} : vulnérabilité à l'échappement d'appui sous séisme longitudinal
- V_{lat} : vulnérabilité à l'échappement d'appui sous séisme transversal
- V_{app} : vulnérabilité des appareils d'appui

SISMOA

Présentation de l'outil



		Longueur de travée L (m)	Hauteur d'appui H (m)	Type de repos d'appui longitudinal	NdeL (cm)	NdeT (cm)
Appui 0	Travée 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Appui 1	Travée 2	<input type="text"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Appui 2			<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>

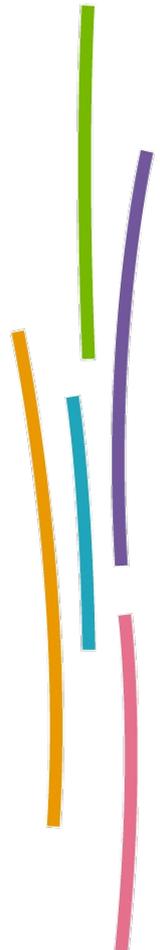
SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

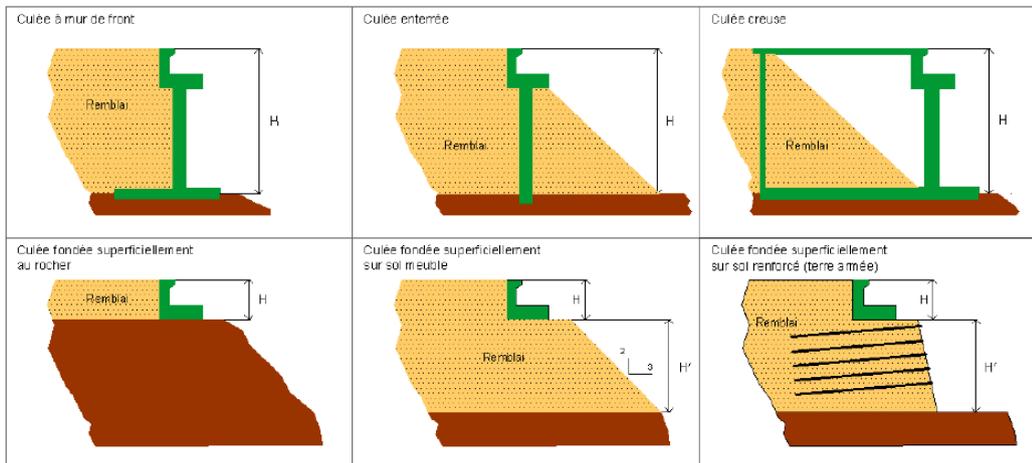
1- indice de vulnérabilité vibratoire :

$$V_{\text{vib}} = V_{\text{général}} \times \max(V_{\text{voûte}} ; V_{\text{tablier}} ; V_{\text{culées}} ; V_{\text{piles}})$$



V_{ctlong} , lié à la typologie de la culée :

$$V_{\text{culées}} = \max(V_{\text{clat}} ; V_{\text{clong}})$$



$$V_{\text{clong}} = \inf(1 ; V_{\text{ctlong}} * V_{\text{ch}})$$

$$V_{\text{ch}} = 0,025 * H^2$$

SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

1- indice de vulnérabilité vibratoire :

$$V_{\text{vib}} = V_{\text{général}} \times \max(V_{\text{voûte}} ; V_{\text{tablier}} ; V_{\text{culées}} ; V_{\text{piles}})$$

Exemple V_{plong} :

$$V_{\text{plong}} = \inf(1 ; V_{\text{pl}} * K_{\text{aal}} * K_{\text{regl}})$$

$$V_{\text{piles}} = \max(V_{\text{plong}} ; V_{\text{plat}})$$

Type de pile	V_{pl}
Fûts massifs	0,3
Caissons	0,3
Voiles	0,5
Colonnes multiples	0,6
Piles marteaux	0,9

Kaal : traduit l'intensité de l'effort long transmis aux piles par le tablier

Kregl : participation relative de la pile dans la reprise de la force d'inertie du tablier

SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

2- indice de vulnérabilité à la liquéfaction :

Type de fondations	V_{liq}
Fondations superficielles	1
Fondations semi-profondes	0,5
Fondations profondes	0,1

3- indice de vulnérabilité aux glissements de terrain

Type de fondations		V_{gliss}	
		Pieux non tubés	Pieux tubés
Fondations superficielles	1	-	-
Fondations semi-profondes	-	0,9	0,7
Fondations profondes	-	0,8	0,6

SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

4- indice de vulnérabilité aux chutes de blocs :

$$V_{\text{blocs}} = V_{\text{b,prot}} \times \max(V_{\text{b,tab}} ; V_{\text{b,app}})$$

Dispositifs de protection	V _{b,prot}			
	Degré d'endommagement ou de charge			
	Endommagé	En charge	Vide	
Aucun	1	-	-	-
Grillage simple	-	1	0,8	0,6
Grillage ancré	-	1	0,6	0,4
Ecran pare-blocs	-	1	0,7	0,4
Bouclier pare-blocs	-	0,4	0,3	0,2
Merlon/fosse	-	0,4	0,3	0,2

Type d'ouvrage	V _{b,app}			
Cadre ou portique	0,1			
Travées continues ou Travées indépendantes	Fûts massifs	0,1		
	Caisson	0,2		
Travées continues ou Travées indépendantes	Voile	Ep < 40 cm	0,4	
		Ep > 40 cm	0,2	
Travées indépendantes	Colonnes multiples	Nb colonnes < 3	Ep colonne < 40 cm	0,8
			Ep colonne > 40 cm	0,4
	Colonnes multiples	Nb colonnes ≥ 3	Ep colonne < 40 cm	0,6
			Ep colonne > 40 cm	0,3
Pile marteau	Ep < 40 cm	0,8		
	Ep > 40 cm	0,4		
Maçonnerie	0,2			

Type d'ouvrage	V _{b,tab}		
	Tablier peu vulnérable	Tablier vulnérable	
Cadre ou portique	0,7	-	-
Travées continues	-	0,1	0,7
Travées indépendantes	-	0,1	0,7
Maçonnerie	0,1	-	-

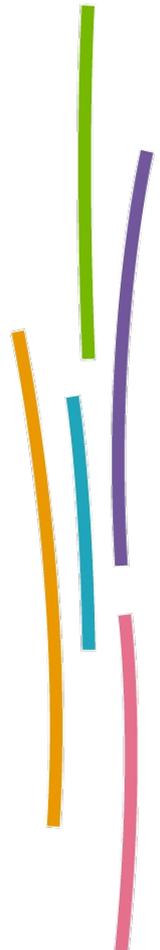
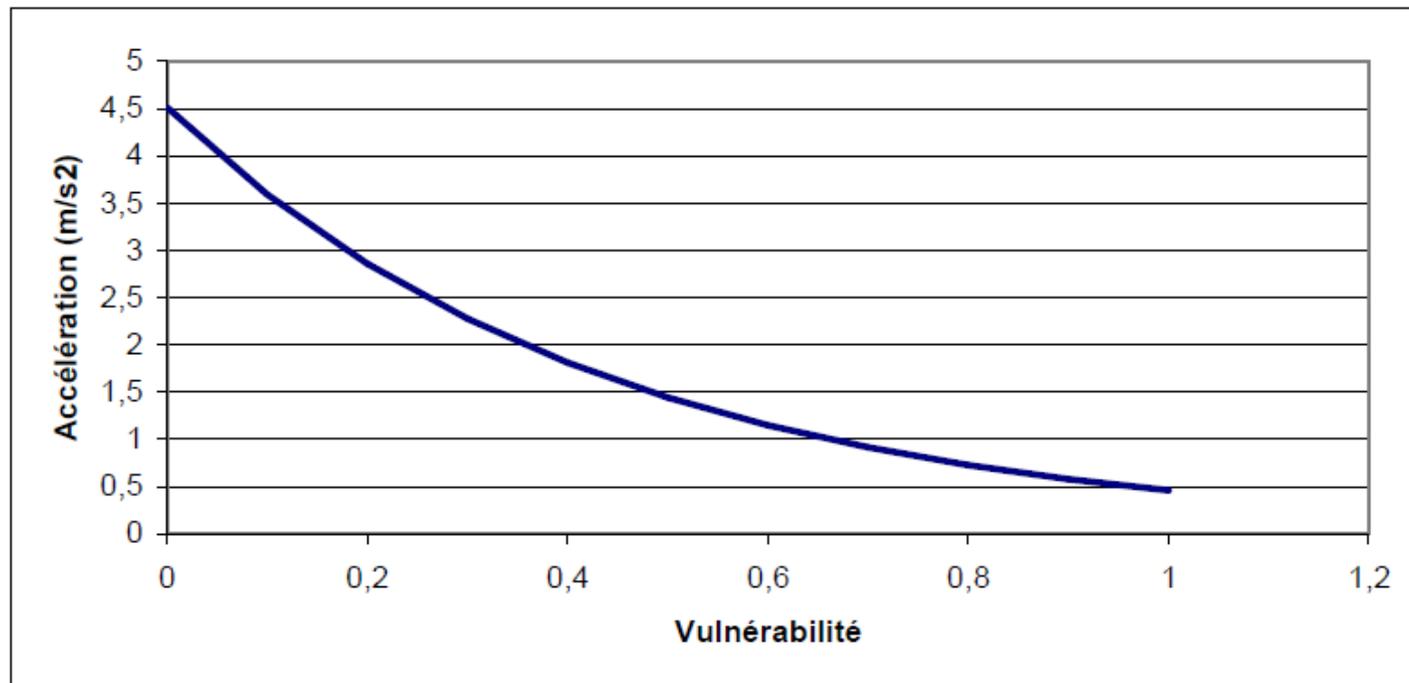
SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

Risque vibratoire :

→ transformation préalable de V_{vib} en a_{crit}



SISMOA

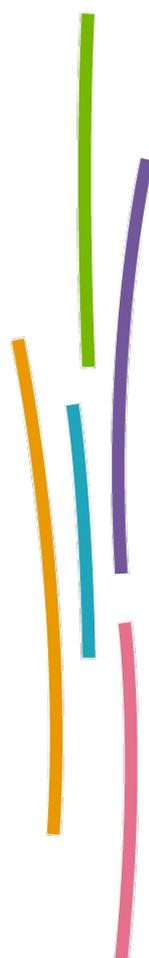
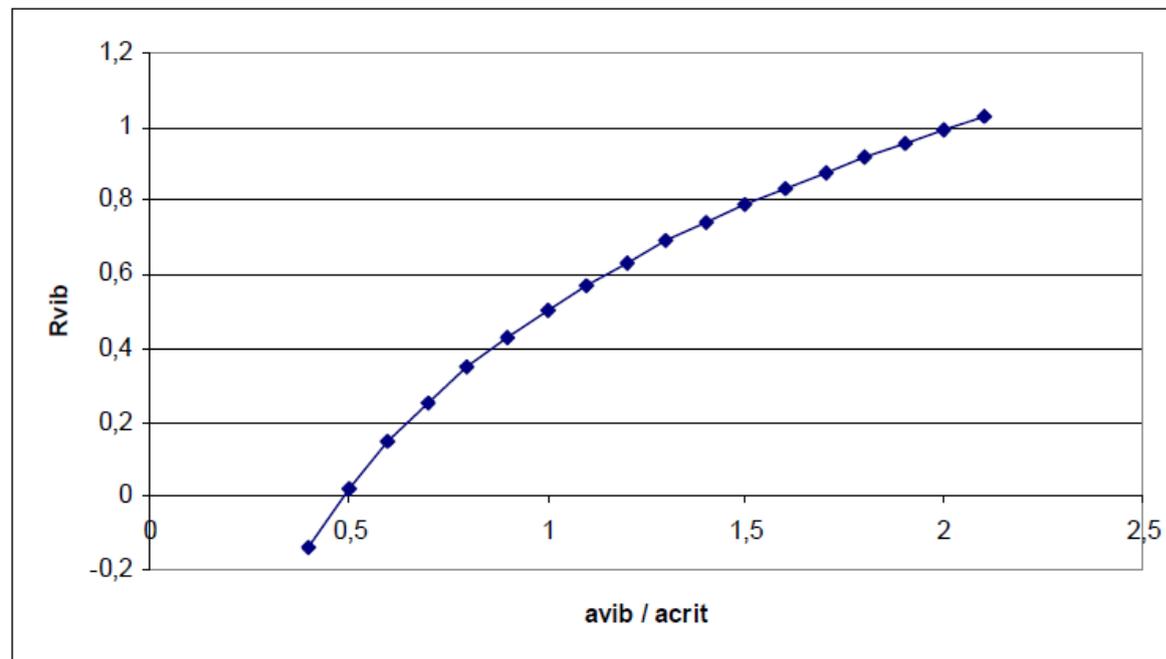
Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

Risque vibratoire :

→ puis calcul de R_{vib} en tenant compte de l'aléa saisi (a_{vib})

$$R_{vib} = 0,703 \ln(a_{vib}/a_{crit}) + 0,5057$$



SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

Risques environnementaux :

- pour chaque phénomène induit, on introduit l'accélération seuil de déclenchement (a_{crit}) calculée avec Sisroute
- comparaison de ce seuil à l'accélération du sol :

$$\text{Aléa} = 0,703 \ln(a_{vib}/a_{crit}) + 0,5057$$

- puis calcul du risque :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$



SISMOA

- **Présentation de l'outil**
- **Exemple d'un ouvrage réel**



SISMOA

Exemple d'un ouvrage réel

Pont de l'Avenue Dulcie September

→ extrait de l'étude « Réduction de la vulnérabilité de l'agglomération grenobloise face à un séisme » (CETE de Lyon – CETE Méditerranée – 2011)

- P.S construit en 1984
- permet le franchissement de la RN87 par une voirie communale

→ cf fiche *SISMOA saisie*

