

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



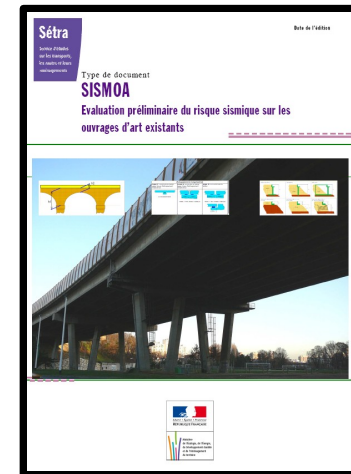
SISMOA

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 search bar and navigation links: "Plan du site", "Contacts", "Liens utiles", and "Rechercher". The main content area is titled "SISMOA Evaluation préliminaire du risque sismique sur les ouvrages d'art existants". It includes a date "mardi 27 mars 2012" and a description of the SISMOA method. A "Télécharger le document..." button is visible, along with a "Nota" section explaining that the calculation sheet (Excel) is included in the PDF. At the bottom, there is a "Documents associés" section with a link to the PDF document.

→ 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	$V_{\text{méth}}$
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 +)	$V_{\text{état}}$
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 :

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

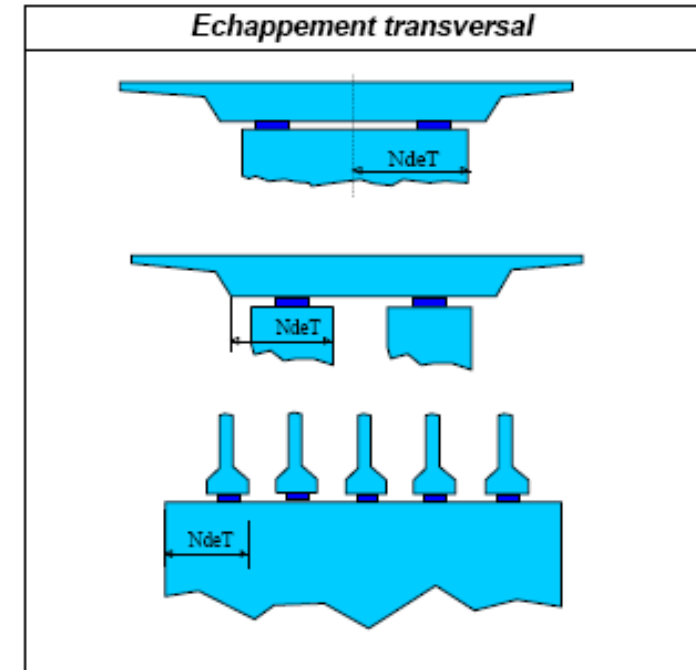
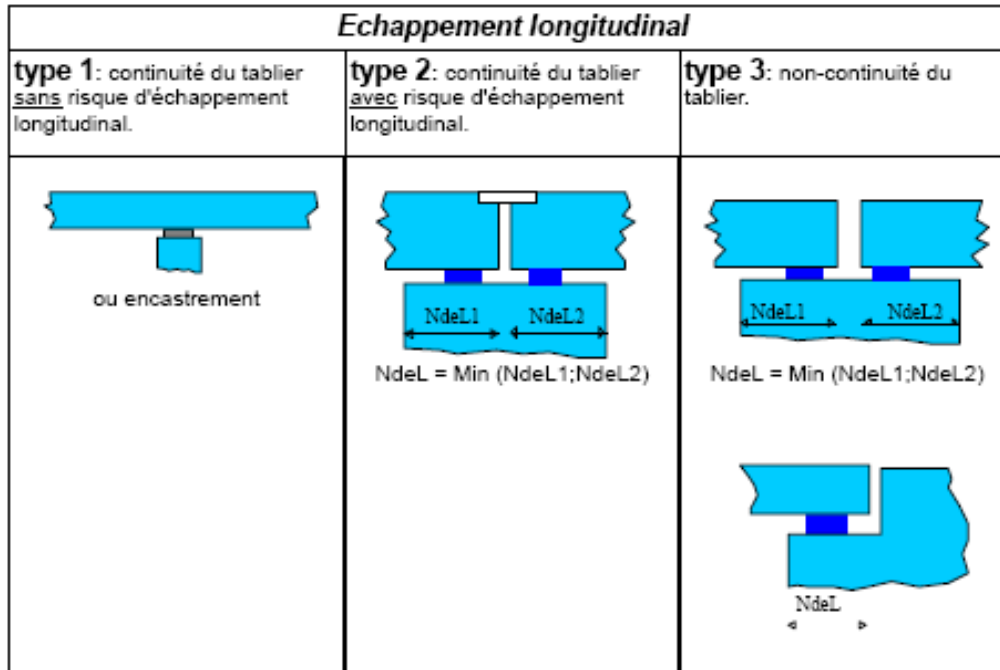
V_{tablier} représente l'incidence de la vulnérabilité du tablier au regard de ses conditions d'appui.

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

- 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 :

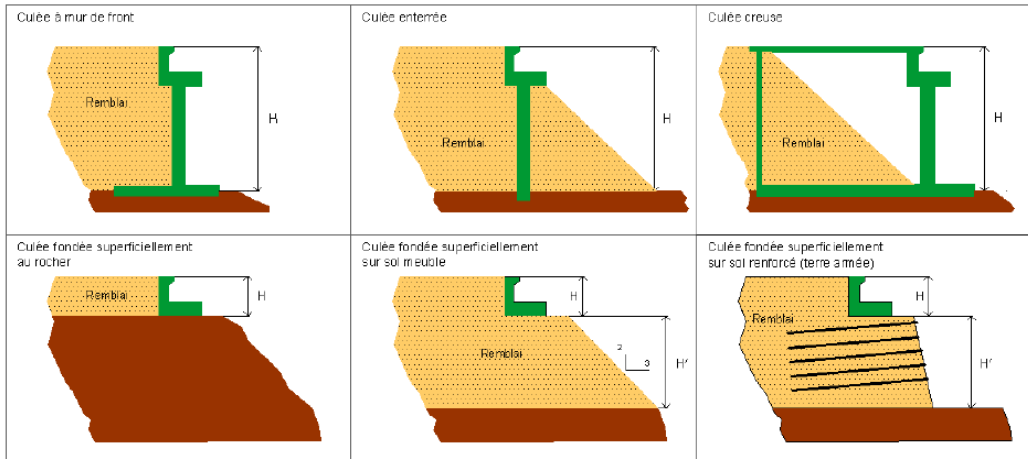
$$V_{\text{vib}} = V_{\text{général}} \times \max(V_{\text{voûte}} ; V_{\text{tablier}} ; V_{\text{culées}} ; V_{\text{piles}})$$

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
	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	-	-

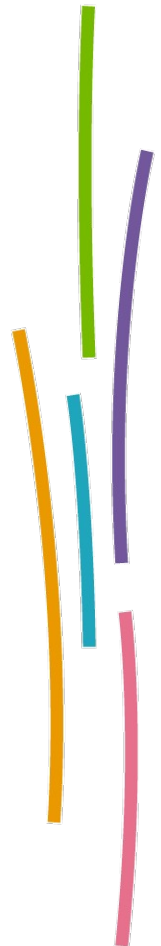
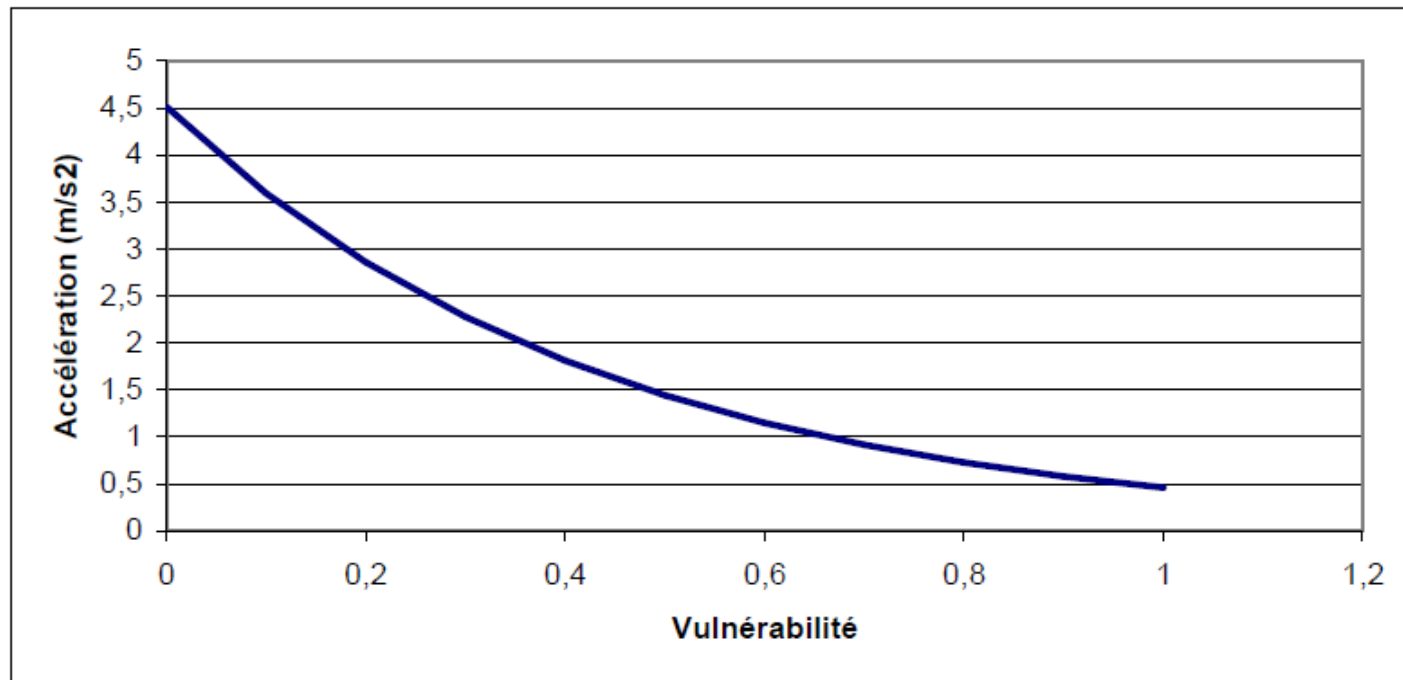
SISMOA

Présentation de l'outil

Méthodologie générale :

Risque vibratoire :

→ transformation préalable de V_{vib} en acrit



SISMOA

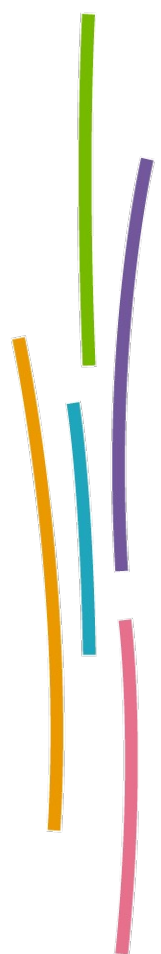
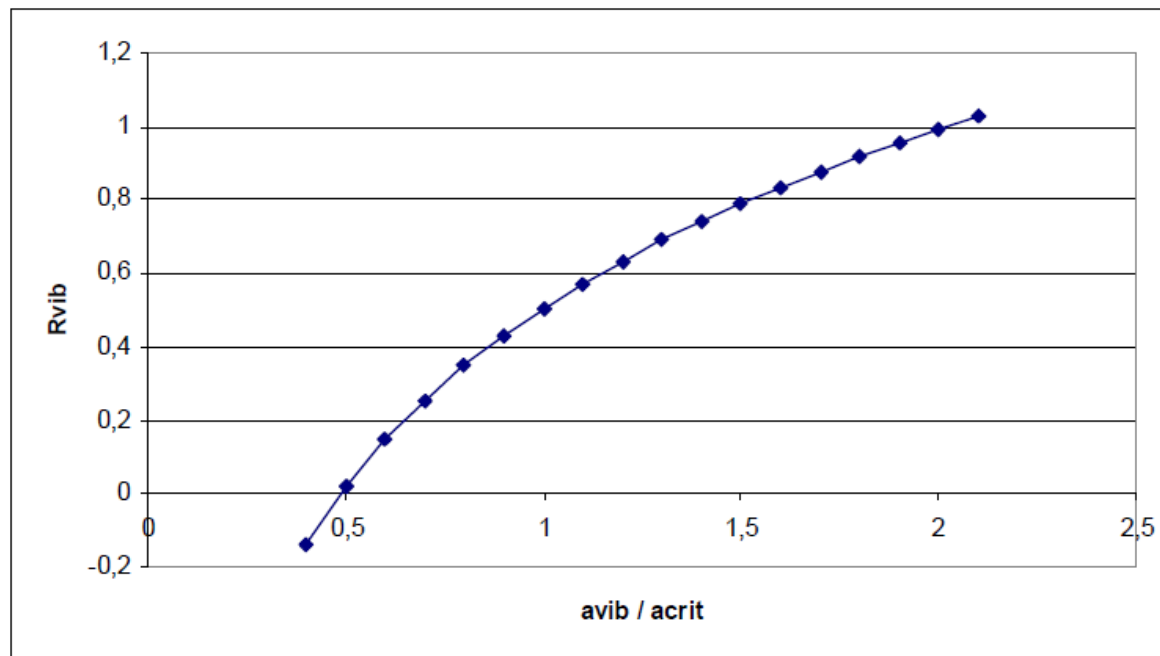
Présentation de l'outil

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*

