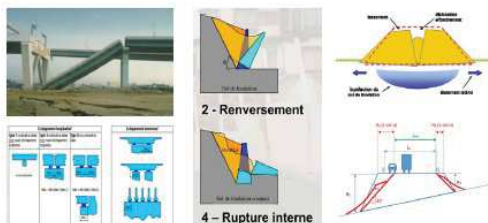


Rencontres Ouvrages d'Art 20 juin 2019

Identification / localisation de l'ouvrage :

Itinéraire d'étude : RNB7
 PR : 0304
 Nom de l'ouvrage : OAB Pont sur l'Isère - N°450E
 N° Département : 38
 Nom Département : ISERE
 N° INSEE Commune : 38028
 Commune : MEYLAN
 Nature d'ouvrage : Pont

Type d'ouvrage :
 si pont :
 P+BP



Outil SISROUTE pour l'évaluation préliminaire du risque sismique sur les infrastructures routières

Scénario 1. Nouveau zonage (EC8) - Période de retour 475 ans


D. Davi, Cerema Méditerranée

Objectif / finalité

Intégrer les outils existants d'évaluation préliminaire de la vulnérabilité sismique des ouvrages (*SISMOA*, *SISMUR*) dans une démarche intégratrice complète d'analyse du risque sismique à l'échelle globale d'un itinéraire, comprenant :

- L'évaluation de la vulnérabilité des plateformes routières (remblais, talus...)
- La quantification des aléas induits (liquéfaction des sols, glissement de terrain, chutes de blocs)
- L'automatisation du croisement des indices de vulnérabilité, aléa, importance pour différents scénarios de séisme
- Un formatage des résultats facilitant leur post-traitement (tableaux et diagrammes de synthèse, export vers outils SIG)

Historique des études précédentes et outils déjà développés

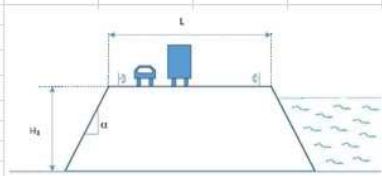
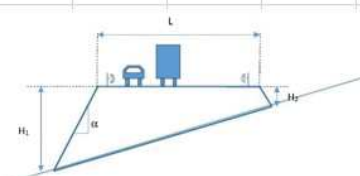
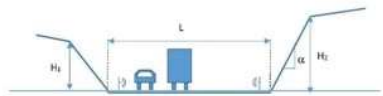
- Logiciel SISMOA pour l'évaluation préliminaire du risque sismique sur les ouvrages d'art existants (**version publiée**) – **janv. 2011**
http://www.infra-transports-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/1039w_SISMOA-1.pdf
- Méthodologie Sisroute pour l'évaluation préliminaire du risque sismique sur les itinéraires routiers (V0) – **oct. 2010**
- Logiciel SISMUR « Poids » - **sept. 2011**
- Matrice d'importance des ouvrages d'art existants – **juil. 2017**
(extraite du guide Cerema « Diagnostic et renforcement sismiques des ponts existants »)
- Prise en compte du risque de liquéfaction des sols – **sept. 2014**
- Retours d'expériences et exploitation des tests de la méthode Sisroute menés sur différents itinéraires des Alpes-Maritimes – **juil. 2015**
- Instabilité des remblais et des digues sous l'effet des séismes – **déc. 2015**

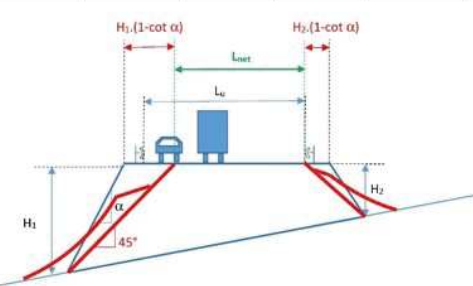
Principales avancées méthodologiques

- Vulnérabilité des plateformes routières

Cas d'un tronçon de route (déblai ou remblai, *pe digues)**

Indices de vulnérabilité vibratoire :		
Hauteurs des talus (<i>positif si remblai, négatif si déblai</i>) :		
$H_1 = 3,00$ m	$\Rightarrow V_H = 0,07$	$= 0$ si $H_{max} \leq 0$ $= 0,3 \times 0,025 H_{max}^2 \leq 1$ si $H > 0$
$H_2 = 1,50$ m		
Pente des talus :		
$\alpha = 56^\circ$	$\Rightarrow V_\alpha = 0,35$	$= 0,001 \times (\alpha/3)^2$
Plateforme routière ayant fonction de digue* : non \Rightarrow $coef_{digue} = 1,0$		
<i>(* le cas des barrages sort du champ de l'analyse ; une analyse spécifique systématique est recommandée pour ce type d'ouvrages)</i>		
\Rightarrow $V_{vib} = 0,42$ $= (coef_{digue}) \times (V_H + V_{pen}) \leq 1$		
Configuration après endommagement :		
Largeur totale de la plateforme :		
$L = 13,50$ m		
Largeur utile :		
$L_u = 10,50$ m		
$\Rightarrow L_{net} = 10,50 = \min \left\{ \begin{array}{l} L_u \\ L - ((H_1 + H_2) \times (1 - \cot \alpha)) \end{array} \right.$		
\Rightarrow $V_{config} = 0,1$		



Indices environnementaux :	
- Liquéfaction du sol :	\Rightarrow $V_{liq} = 0,83$ $= V_{vib} \times 2 \leq 1$
- Glissement de terrain :	$V_{gliss} = 1,00$ (valeur forfaitaire)
- Chutes de blocs :	Dispositif de protection : Grillage simple
Degré d'endommagement ou de charge :	Vide
\Rightarrow $V_{b,prot} = 0,6$	
Distance de la route à la falaise : Eloignée <i>(exposition à des blocs roulant au sol ou à des chutes directes)</i>	
\Rightarrow $V_{b,route} = 0,2$	
\Rightarrow $V_{blocs} = 0,12$ $= V_{b,prot} \times V_{b,route} \leq 1$	

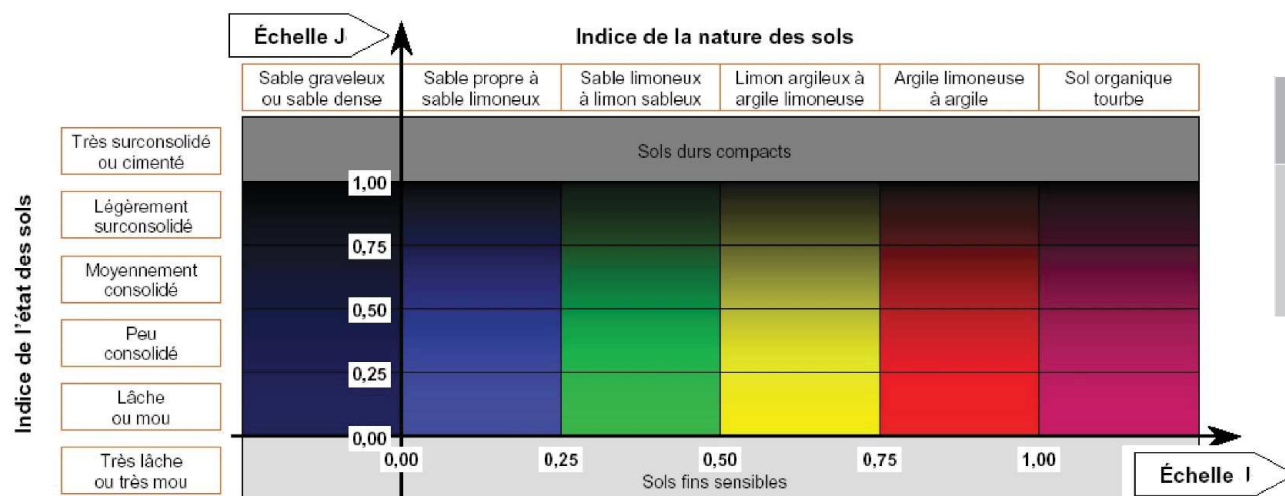
Principales avancées méthodologiques

- Aléa liquéfaction des sols

Évaluation possible à partir de 4 natures différentes de données géotechniques :

- Essai de poinçonnement au carottier **SPT** (Standard Penetration Test)
- Essai pénétrométrique **CPT** (Cone Penetration Test) et **CPTu** (piézocône)
- Mesure de la vitesse des ondes de cisaillement **Vs** (crosshole downhole SASW MASW)
- **Description qualitative** des sol (paramètres I, J)

Nécessite la description de 1 à 20 couches de sol
+ profondeur du toit de la nappe



(selon données disponibles sur ou à proximité du site : <http://infoterre.brgm.fr>)

(Nota : l'utilisation du paramètre Vs pour l'évaluation de la susceptibilité des sols à la liquéfaction ne devrait plus être préconisée dans la future version de l'Eurocode 8-5)

Classification des sols selon leur nature et leur état d'après les échelles I et J inspirées de la classification de Robertson (1990)

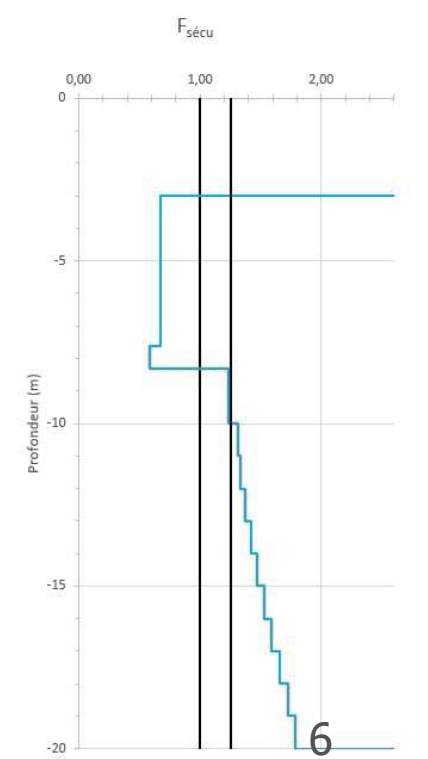
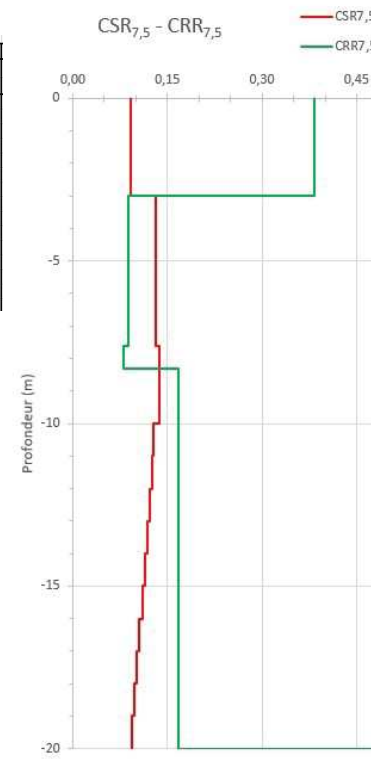
Principales avancées méthodologiques

- Aléa liquéfaction des sols

Pour chacun de ces jeux de données possibles, des **formulations empiriques** ont été trouvées dans la littérature spécialisée, permettant d'évaluer pour chaque couche le coefficient de sécurité $F_{\text{sécu}} = \text{CRR}_{7,5} / \text{CSR}_{7,5}$

➔ Occurrence du phénomène : O_{liq} (compris entre 0 et 1)

	Prof. _{sup} (m)	Prof. _{inf} (m)	γ (kN/m ³)	I	J	Principaux résultats			Détails des calculs intermédiaires sollicitation (cf. notice)							
						CSR _{7,5}	CRR _{7,5}	F _{sécu}	Prof. Calcul p (m)	σ _{v0} (kPa)	u ₀ (kPa)	σ' _{v0} (kPa)	r _s	CSR	MSF _{EC8}	CSR _{7,5}
Couche 1 :	0,0	3,0	18	0,1	0,6	0,092	0,383	4,150	1,5	27	4,9	22,1	0,990	0,204	2,208	0,092
Couche 2 :	3,0	7,6	18	0,3	0,3	0,132	0,088	0,669	5,3	95,4	42,2	53,2	0,963	0,291	2,208	0,132
Couche 3 :	7,6	8,3	18	0,6	0,25	0,137	0,080	0,588	7,95	143,1	68,2	74,9	0,938	0,302	2,208	0,137
Couche 4 :	8,3	10,0	18	0,24	0,64	0,137	0,168	1,230	9,15	164,7	80,0	84,7	0,920	0,302	2,208	0,137
Couche 5 :	10,0	11,0	19	0,24	0,64	0,128	0,168	1,311	10,5	199,5	93,2	106,3	0,894	0,283	2,208	0,128
Couche 6 :	11,0	12,0	19	0,24	0,64	0,126	0,168	1,337	11,5	218,5	103,0	115,5	0,870	0,277	2,208	0,126
Couche 7 :	12,0	13,0	19	0,24	0,64	0,122	0,168	1,372	12,5	237,5	112,8	124,7	0,842	0,270	2,208	0,122
Couche 8 :	13,0	14,0	19	0,24	0,64	0,119	0,168	1,417	13,5	256,5	122,6	133,9	0,811	0,262	2,208	0,119
Couche 9 :	14,0	15,0	19	0,24	0,64	0,114	0,168	1,470	14,5	275,5	132,4	143,1	0,778	0,252	2,208	0,114
Couche 10 :	15,0	16,0	19	0,24	0,64	0,110	0,168	1,529	15,5	294,5	142,2	152,3	0,744	0,243	2,208	0,110
Couche 11 :	16,0	17,0	19	0,24	0,64	0,105	0,168	1,593	16,5	313,5	152,1	161,4	0,712	0,233	2,208	0,105
Couche 12 :	17,0	18,0	19	0,24	0,64	0,101	0,168	1,658	17,5	332,5	161,9	170,6	0,681	0,224	2,208	0,101
Couche 13 :	18,0	19,0	19	0,24	0,64	0,098	0,168	1,722	18,5	351,5	171,7	179,8	0,654	0,215	2,208	0,098
Couche 14 :	19,0	20,0	19	0,24	0,64	0,094	0,168	1,785	19,5	370,5	181,5	189,0	0,629	0,208	2,208	0,094

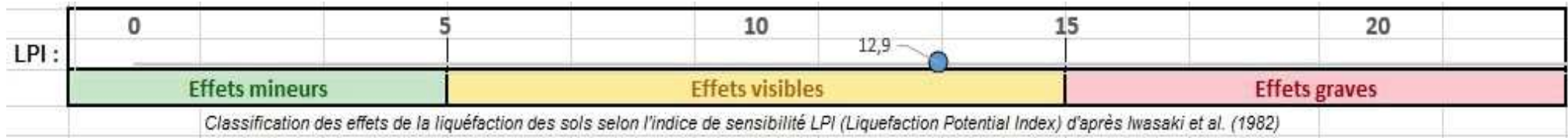


Principales avancées méthodologiques

- Aléa liquéfaction des sols

L'intégration de $F_{\text{sécu}}$ sur la hauteur de la colonne de sol permet de caractériser le niveau d'aléa, selon l'approche dite de l'Indice du Potentiel de Liquéfaction (LPI)

➔ Intensité du phénomène : A_{liq} (compris entre 0 et 4)



Nature des données géotechniques	$F_{\text{sécu min}}$	O_{liq}	LPI	Dépl. latéral possible ?	A_{liq}
Qualitatif (I, J)	0,588	1,0	12,94	non	2,59

Principales avancées méthodologiques

- Prise en compte du contexte (en particulier hydrologique) dans l'analyse des risques gravitaires



Août 2016



Octobre 2016

REX mission AFPS séisme Amatrice



Séisme Hokkaido (sept. 2018)

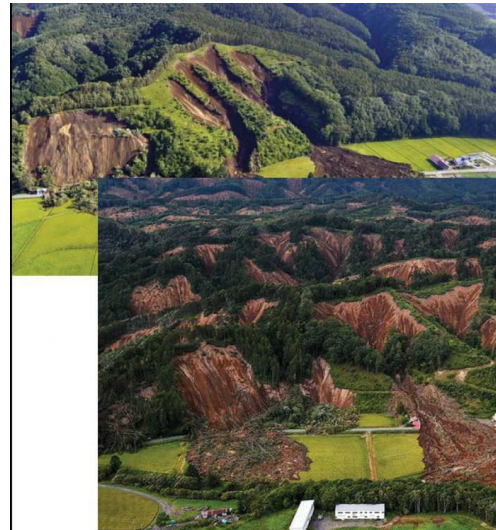


Photo JJI PRESS



Photo JJI PRESS



Principales avancées méthodologiques

• Aléa glissement de terrain

- **Zones ou non de glissement avéré en régime « statique »** : glissements connus et/ou instrumentés ou sous surveillance ;
- **Conditions hydriques considérées** dans le cadre de l'étude : *terrains secs ou terrains saturés* (en général il convient de tenir compte des conditions les plus probables sur les 12 mois de l'année, mais la sensibilité de ce paramètre déterminant (cf. §3.5 et glossaire) peut également être testée dans le cadre d'une approche « en fourchette », ou utilisée pour simuler un scénario particulier ou pour des analyses « en temps réel » dans un contexte de gestion de crise) ;
- **Existence ou non de parades en bon état** : ancrages actifs ou passifs, berlinoise disposée en pied de talus...
- **Type de sol** parmi les deux catégories suivantes :
 - *Catégorie 1* : Sols cohérents peu à moyennement altérés (marnes, marno-calcaires...
 - *Catégorie 2* : Sols argileux altérés, roches fortement schistosées et altérés avec pendage défavorable (schistes, flych, etc.), éboulis et matériaux décomprimés, zones de glissement fossiles ou terrains présentant une forte probabilité de glissement, sables lâches...
- **Pente moyenne** des terrains :
 - < 10°
 - comprise entre 10 et 15°
 - > 15°



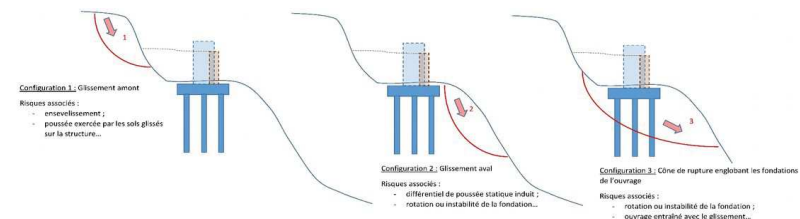
Occurrence du phénomène : O_{gliss}
(compris entre 0 et 1
et basé sur le rapport $A_{\text{vib}} / A_{\text{crit}}$)

- **Du volume de matériaux glissés pressenti** :
 - < 100 m³
 - compris entre 100 et 1 000 m³
 - compris entre 1000 et 10 000 m³
 - > 10 000 m³
- **De la configuration du glissement**, parmi :
 - Glissement « de peau » et/ou glissement amont
 - Glissement aval (hors glissement « de peau »)
 - Cône de rupture englobant les fondations de l'ouvrage



Intensité du phénomène : I_{gliss} (compris entre 0 et 6)

puis $A_{\text{gliss}} = O_{\text{gliss}} \times I_{\text{gliss}}$



Principales avancées méthodologiques

- Aléa chute de blocs

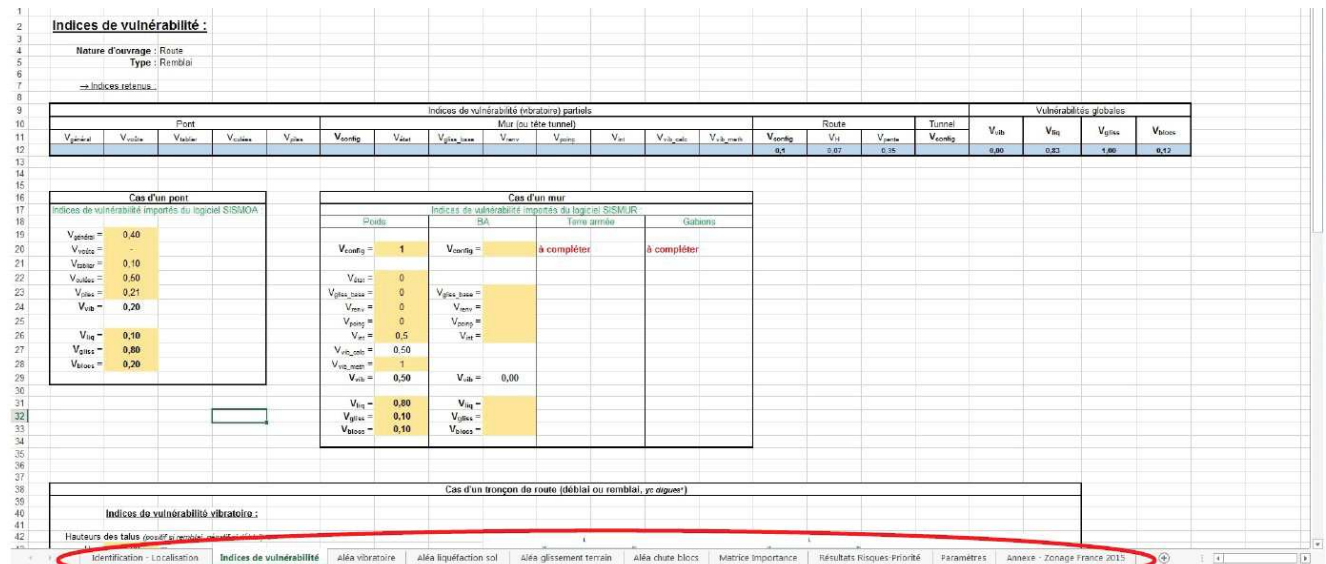
- **Traces ou non d'instabilités avérées en régime « statique »** : pierriers ou cônes d'éboulis, niches d'arrachement fraîches en falaise ou présence d'ouvrages de protection : filets, clouages... ;
 - **Cas ou non d'un contexte défavorable récent** : fortes précipitations, épisode de gel/dégel, incendie... ;
 - **Volume d'éboulement pressenti**, parmi :
 - Unitaire $< 1 \text{ m}^3$ et total $< 100 \text{ m}^3$
 - Unitaire $> 1 \text{ m}^3$ ou total $> 100 \text{ m}^3$
 - **De la hauteur de chute** :
 - $< 20 \text{ m}$
 - comprise entre 20 et 100 m
 - $> 100 \text{ m}$
 - **De la distance de l'ouvrage au pied de la falaise** :
 - $> 200 \text{ m}$
 - comprise entre 50 et 200 m
 - $< 50 \text{ m}$
- Occurrence du phénomène : O_{blocs}
 (compris entre 0 et 1
 et basé sur le rapport $A_{\text{vib}} / A_{\text{crit}}$)
-
- Intensité du phénomène : I_{blocs} (compris entre 0 et 6)
 puis $A_{\text{blocs}} = O_{\text{blocs}} \times I_{\text{blocs}}$

Présentation de l'outil

- **Format général**

L'outil SISROUTE se présente sous la forme d'une feuille de calcul Excel comportant les différents onglets suivants :

1. Identification - Localisation
2. Indices de vulnérabilité
3. Aléa vibratoire
4. Aléa liquéfaction sol
5. Aléa glissement terrain
6. Aléa chutes blocs
7. Matrice importance
8. Résultats Risques-Priorités
9. Paramètres
10. Annexe – Zonage France 2015



The screenshot shows the SISROUTE Excel spreadsheet with the following components:

- Indices de vulnérabilité :**
 - Nature d'ouvrage : Route
 - Type : Remblai
 - Indices retenus :
- Tableau des vulnérabilités globales :**

Indices de vulnérabilité (vibratoire) partiels													Vulnérabilités globales					
Pont					Mix (ou tête tunnel)								Route	Tunnel	V _{lis}	V _{RI}	V _{glis}	V _{bloc}
V _{pende}	V _{voies}	V _{voies}	V _{voies}	V _{voies}	V _{condp}	V _{sol}	V _{glis_terr}	V _{glis}	V _{glis}	V _{glis}	V _{glis}	V _{glis}	V _{condp}	V _{RI}	V _{pend}	V _{glis}	V _{bloc}	
														0,80	0,80	1,00	0,02	
- Cas d'un pont :**
 - Indices de vulnérabilité impartés du logiciel SISROUTE
 - V_{pende} = 0,40
 - V_{voies} = -
 - V_{voies} = 0,10
 - V_{voies} = 0,50
 - V_{glis} = 0,21
 - V_{glis} = 0,20
 - V_{glis} = 0,10
 - V_{glis} = 0,80
 - V_{bloc} = 0,20
- Cas d'un mur :**
 - Indices de vulnérabilité impartés du logiciel SISROUTE
 - Profilé
 - RA
 - Terme armée
 - Glissement
 - V_{condp} = 1
 - V_{sol} = à compléter
 - V_{glis_terr} = à compléter
 - V_{glis} = 0
 - V_{glis} = 0
 - V_{glis} = 0
 - V_{glis} = 0
 - V_{glis} = 0,5
 - V_{glis} = 0,50
 - V_{glis} = 1
 - V_{glis} = 0,50
 - V_{glis} = 0,00
 - V_{glis} = 0,80
 - V_{glis} = 0,10
 - V_{glis} = 0,10
- Cas d'un tronçon de route (déblai ou remblai, y compris) :**
 - Indices de vulnérabilité vibratoire :
 - Hauturs des talus (coefficient de pondération) :

Différents onglets

Présentation de l'outil

- Format général

Aléa vibratoire :

Scénario : Réglementation nationale

→ Indices retenus :

Hypothèse de calcul	Zone sismicité	Période retour (ans)	M _w	Prof.	Dist.	a _{gr} (m/s ²)	γ _i	a _g (m/s ²)	S	S _T	a _{vib} (m/s ²)
Réglementation nationale	4	Moyenne	475	6,0		1,60	1,00	1,60	1,50	1,06	2,54

Hypothèse réglementation nationale

Zone de sismicité : 4 Moyenne ⇒ a_{gr} = 1,6 m/s²

Période de retour : 475 ⇒ S = 1,5

Classe de sol : C

Données à saisir (listes déroulantes)

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	v _{s,30} (m/s)	ρ _{vol} (kg/m ³)	c _v (kPa)	Type de sol	Pressiométrie ¹	CPT ¹
A	Rocher ou autre formation géologique de type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau mou résistant	> 800				> 5	> 100
B	Dépôts ronds de sables, de graviers ou d'argile sur consolidés, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des caractéristiques mécaniques avec la profondeur	360-800	> 50	> 250	sols granulaires sols cohérents	> 2 > 25	> 15 > 3,5
C	Dépôts profonds de sables de densité moyenne, de graviers ou d'argile moyennement ronds, ayant des épaisseurs de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres	180-360	15-50	70-250	sols granulaires sols cohérents	> 1 > 0,5	> 8 > 1,5
D	Dépôts de sols sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant en majorité des sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70	sols granulaires sols cohérents	< 1 < 0,5	< 8 < 1,5
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v _s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus rigide avec v _s > 800 m/s						
S ₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/ vases avec un indice de plasticité élevé (Ip > 40) et une teneur en eau importante	< 100 ¹		10-20			
S ₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S ₁ .						

Commentaires ou aides à la saisie

Bandeau récapitulatif des principaux résultats intermédiaires

Données déduites ou calculées automatiquement

Sous-titre de repérage des grilles de saisie

Nouveau zonage sismique de la France publié par décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 [8]

Identification - Localisation | Indices de vulnérabilité | **Aléa vibratoire** | Aléa liquéfaction sol | Aléa glissement terrain | Aléa chute blocs | Matrice Importance | Résultats Risq

Présentation de l'outil

- Onglet « Identification - Localisation »

<u>Identification / localisation de l'ouvrage :</u>			
Itinéraire d'étude :	RN87		
PR début :	9,174		
fin :	9,324		
Nom de l'ouvrage :	OA6 Pont sur l'Isère - N°450E		
N° Département :	38		
Nom Département :	ISERE		
N° INSEE Commune :	38229		
Commune :	MEYLAN		
<i>cf. Annexe - Nouveau zonage France</i>			
Nature d'ouvrage :	Pont		
		Type d'ouvrage :	
		si pont :	si mur (ou tête tunnel) :
		PI-BP	

Quatre natures d'ouvrage sont proposées par liste déroulante :

- Pont
- Mur (ou tête de tunnel)
- Route
- Tunnel

Pour les ponts, 16 typologies « classiques » sont proposées (information indicative permettant éventuellement au gestionnaire un traitement statistique de son patrimoine) :

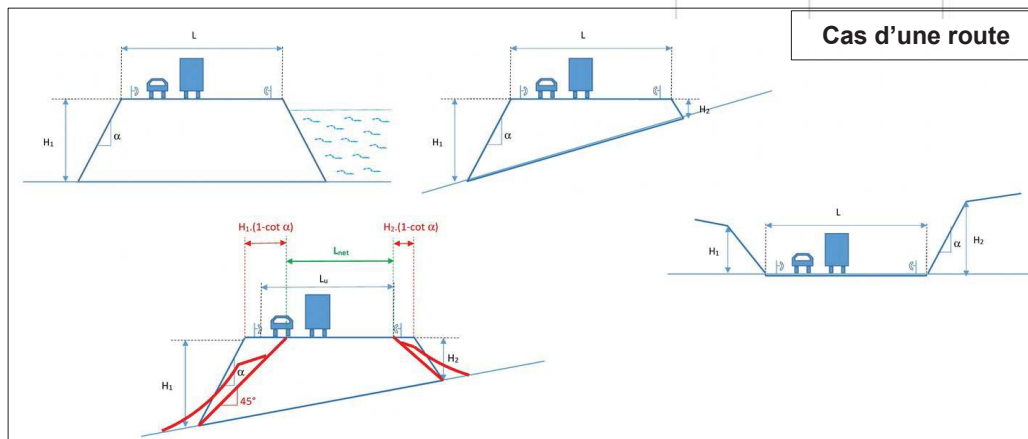
- | | |
|---------------------|-----------|
| 1. VIPP | 9. PI-PA |
| 2. Voûte maçonnerie | 10. PI-BP |
| 3. PI-DN | 11. PRAD |
| 4. PI-DP | 12. PS-DE |
| 5. PI-DA | 13. PS-DN |
| 6. PI-PO | 14. PS-DP |
| 7. PI-CF | 15. PS-OM |
| 8. PI-OM | 16. PS-PA |

Présentation de l'outil

- Onglet « Indices de vulnérabilité »

Cas d'un pont	
Indices de vulnérabilité importés du logiciel SISMOA :	
$V_{\text{général}}$ =	0,40
$V_{\text{voûte}}$ =	-
V_{tablier} =	0,10
$V_{\text{culées}}$ =	0,50
V_{piles} =	0,21
V_{vib} =	0,20
V_{liq} =	0,10
V_{gliss} =	0,80
V_{blocs} =	0,20

Cas d'un mur			
Indices de vulnérabilité importés du logiciel SISMUR :			
Poids	BA	Terre armée	Gabions
V_{config} =	1	V_{config} =	à compléter
$V_{\text{état}}$ =	0	$V_{\text{gliss_base}}$ =	à compléter
$V_{\text{gliss_base}}$ =	0	V_{renv} =	
V_{renv} =	0	V_{point} =	
V_{point} =	0	V_{int} =	
V_{int} =	0,5	V_{vib} =	0,00
$V_{\text{vib_calc}}$ =	0,50	V_{liq} =	
$V_{\text{vib_meth}}$ =	1	V_{gliss} =	
V_{vib} =	0,50	V_{blocs} =	
V_{liq} =	0,80		
V_{gliss} =	0,10		
V_{blocs} =	0,10		



Cas d'un tunnel	
V_{config} =	1
V_{vib} =	0,01
V_{liq} =	0,2
V_{gliss} =	0,15
V_{blocs} =	0

(valeurs forfaitaires)

Présentation de l'outil

- Onglet « Matrice importance »

Importance itinéraire porté :				
I _{itin} 1 (court terme)	Victimes directes		I _{vict_itin} = 5,5	
	Trafic (en véh/j)	1000 < ... < 10 000	4	
	Fréquence des embouteillages	< 1000	1,5	
	Evacuation des populations	1000 < ... < 10 000	E _{evac_itin} = 10	
	Rôle identifié (PPRS)	oui	10	
	Organisation des secours		I _{sec_itin} = 16	
	Itinéraire vital au sens des PIS	oui	8	
	Rôle de desserte d'équip. stratégiques pour la sécurité civile (pompiers, base militaire, hôpitaux...)	oui	8	
	Réseaux vitaux portés		I _{res_itin} = 10	
	Eau	oui	2,5	
	Electricité	oui	2,5	
	Gaz	oui	2,5	
	Communication (fibres optiques, tel...)	oui	2,5	
	Itinéraires parallèles et rétablissements provisoires d'urgence		I _{para_itin} = 7	
	Présence d'itinéraire parallèle à moins de 3 km	oui	0	
	Possibilité de rétablissement provisoire d'urgence en cas d'effondr. ponts, chutes blocs... (durée < qq jours)	non	7	
	I_{itin 1} = 48,5			
	(= I _{vict_itin} + I _{evac_itin} + I _{sec_itin} + I _{res_itin} + I _{para_itin})			
I _{itin} 2 (long terme)	Rôle socio-économique		I _{soo_itin} = 7	
	Type voirie	FN	1	
	Nb voies/sens	> 2	1,5	
	Trafic (en véh/j)	1000 < ... < 10 000	1	
	Trafic PL	élevé	1,5	
	Rôle de desserte	agglom., pôle act.	1	
	Réseaux portés	oui	1	
	Itinéraires parallèles suffisamment proches et redondants pour offrir le même niveau de service ?		I _{para2_itin} = 3,5	
	Perte de temps engendrée :	30 min < ... < 1h30	I _{para2_itin} = 0,5	
	Facilité de renforcement par rapport aux itinéraires parallèles		I _{para3_itin} = 6	
	Accessibilité (niveau urbanisation, zone montagne...)	supérieure	2	
	Nbre OA L > 10m, constr<1935 par rapport itin parall	inférieur	1	
	Nbre murs H > 6m, constr<1935 par rapport itin parall	inférieur	1	
	Nbre tunnels, constr<1935 par rapport itin parall	inférieur	1	
	Risque effets induits (liq, blocs...) par rapport itin parall	inférieur	1	
	Aspect environnemental		I _{env_itin} = 3	
	Embouteillages, émissions CO ₂ prévisibles sur itin para	oui	3	
	Retombées pour le gestionnaire		I _{gest_itin} = 2,5	
Coûts induits	forts	1,5		
Retombées médiatiques	nationales	1		
I_{itin 2} = 22,0				
(= I _{soo_itin} + I _{para2_itin} + I _{para3_itin} + I _{env_itin} + I _{gest_itin})				
I_{itin} = 70,5				

Importance ouvrage :				
- Cas d'un pont, d'un mur ou d'un tunnel :				
I _{ouvr} 1 (court terme)	Victimes directes		I _{vict_ouvr} = 7,5	
	Trafic sur l'ouvrage (en véh/j)	1000 < ... < 10 000	2	
	Surface de chaussée sur ouvrage (m ²)	200 < ... < 4 000	2	
	Fréq embouteillages sur ouvrage	moyenne	1,5	
	<i>Voie franchie par le pont ou longée immédiatement en aval du mur :</i>			
	Type de voirie	VC, RD, frêt ferrov.	1	
	Trafic sous l'ouvrage (en véh/j)	< 1000	1	
	Fréq embouteillages sous ouvrage	nulle	0	
	Réseaux vitaux franchis ou longés	non	0	
	Organisation des secours		I _{sec_ouvr} = 4	
	Franchissement ou logement d'un itinéraire vital au sens des PIS	non	0	
	Desserte immédiate de centre vital (caserne pompier, hôpital, base militaire, préfecture...)	oui	4	
	Poss. de rétablissement à court terme pour véh. secours		I _{reab_ouvr} = 9	
	Préparabilité (ouvrage courant à typologie peu vulnérable)	non	3	
	Possib. de pont de secours (brèche < 40 m)	non	3	
	Possib. de déviation locale (échangeur, nœud urbain)	non	3	
	I_{ouvr 1} = 20,5			
	(= I _{vict_ouvr} + I _{sec_ouvr} + I _{reab_ouvr})			
I _{ouvr} 2 (long terme)	Rôle socio-économique voie franchie ou longée		I _{soo_ouvr} = 0	
	Type voirie	VC ou néant	0	
	Nb voies (total)	0 ou 1	0	
	Trafic (en véh/j)	< 1000	0	
	Trafic PL	néant ou faible	0	
	Rôle de desserte	village	0	
	Réseaux franchis ou longés	non	0	
	Possibilités de reconstruction de l'ouvrage		I _{res_ouvr} = 4	
	Durée de reconstruction	> 2 ans	4	
	Valeur intrinsèque de l'ouvrage		I _{val_ouvr} = 1	
	Coût	1Mj < ... < 15 Mj	1	
	Valeur patrimoniale historique (ouvrage classé)	non	0	
I_{ouvr 2} = 5,0				
(= I _{soo_ouvr} + I _{res_ouvr} + I _{val_ouvr})				
I_{ouvr} (pont, mur ou tunnel) = 25,5				
- Cas d'une route :				
Configuration : Remblai d'accès cuilée pont desserte centre vital				
I_{ouvr 1} = 5				
I_{ouvr 2} = 0				
I_{ouvr} (route) = sans objet				

Présentation de l'outil

- Onglet « Résultats Risques-Priorités »

- Phénomène vibratoire :

$V_{config} =$ sans objet
 $a_{vib} = 2,54$ m/s²
 $V_{vib} = 0,20$

$I = 96,0$

Indice de risque :

$R_{vib} = 0,42$

$= 0 \leq 0,703 \ln (a_{vib} / (4,51 \exp (-2,28 \times V_{vib}))) + 0,5057 \leq 1$
 $= 0 \leq V_{config} \times (a_{vib}/9,81 - (1 - V_{vib})/2 + 0,5) \leq 1$
 $= 0 \leq V_{config} \times A_{vib} \times V_{vib} \leq 1$

pour un pont
pour un mur (ou
pour un remblai

⇒ Risque de coupure de l'itinéraire : **possible**

⇒ Diagnostic détaillé recommandé ? **NON**

Représentation (alternative) matricielle R_{vib} :

$(V_{config}) \times V_{vib} \rightarrow$	0 - 0,19	0,2 - 0,39	0,4 - 0,59	0,6 - 0,79	0,8 - 1
$a_{vib} \downarrow$					
< 1 m/s ²					
1 - 1,9 m/s ²					
> 2 - 2,9 m/s ²		X			
3 - 3,9 m/s ²					
≥ 4 m/s ²					

	Points faibles pressentis	Parades envisageables*	Coût relatif
Pont	Culées	Clouage ou renforcement des murs	Modéré

*Seul un diagnostic détaillé permettra de bien quantifier le risque et de justifier la nature et le niveau de renforcement à mettre en œuvre.

Présentation de l'outil

- Onglet « Résultats Risques-Priorités »

Priorité : $P = R_{max} \times I$

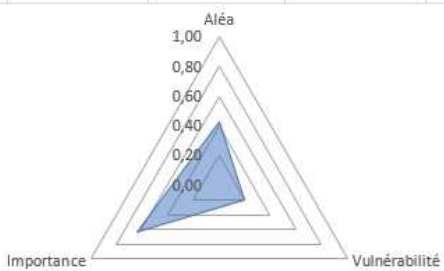
Indice de risque :	$R_{max} =$	0,42	= max ($R_{vib}; R_{liq}; R_{gliss}; R_{blocs}$)	=>	Risque de coupure de l'itinéraire :	possible
Indice de priorité :	$P =$	40,7	= $R_{max} \times I$	=>	Diagnostic détaillé recommandé ?	NON

Représentation (alternative) matricielle P :

R_{max}	I	0 - 29	30 - 59	60 - 89	90 - 119	120 - 150
0 - 0,19						
0,2 - 0,39						
0,4 - 0,59				X		
0,6 - 0,79						
0,8 - 1						

Représentation (alternative) en surface :

Aléa	2,54	/ 6 =	0,42
Vulnérabilité	0,20	/ 1 =	0,20
Importance	96	/ 150 =	0,64



Itin	PR (début - fin)	Nom ouvr.	Département		Commune	Nature ouvr.	Type ouvr.
			N°	Nom			
RN87	9,174-9,324	OA6 Pont sur l'Isère	38	ISERE	MEYLAN	Pont	PI-BP

Indices risques						Priorité	
R_{vib}	R_{liq}	R_{gliss}	R_{blocs}	R_{max}	Coupure itinéraire	$P = R_{max} \times I$	Diagnostic détaillé recommandé?
0,42	0,26	0,20	sans objet	0,42	possible	40,7	NON

Présentation de l'outil

- Onglet « Paramètres »

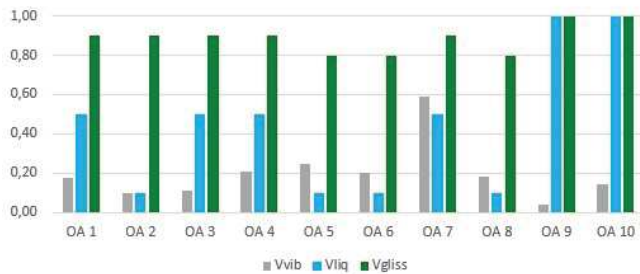
Onglet "Identification"					
N° Départements	Nature ouvrage	Type ponts	Type murs		
1	Pont	VIPP	Poids		
2	Mur (ou tête tunnel)	Voûte maçonnerie	Béton armé		
3	Route	PI-DN	Terre armée		
4	Tunnel	PI-DP	Gabions		
5		PI-DA			
6		PI-PO			
7		PI-CF			
8		PI-OM			
9		PI-BP			
10		PRAD			
11		PS-DE			
12		PS-DN			
13		PS-DP			
14		PS-OM			
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Onglet "Vulnérabilité"					
Divers					
23	oui				
24	non		V_{config}		
25		$L_{net}/2,50 < 1$	1		
26	coef _{figue} : 1,5	$1 \leq L_{net}/2,50 < 2$	0,5		
27		$L_{net}/2,50 \geq 2$	0,1		
28					
29					
30					
31					
32					
Onglet "Aléa vibratoire"					
Scénario					
Réglementation nationale					
PPRS ou carte scénario					
Simulation séisme réel					
	Zone	a_{gr}	M_w		
	1	0,0			
	2	0,7			
	3	1,1	5,5		
	4	1,6	6,0		
	5	3,0	7,5		
	Période retour	γ			
	475	1,0			
	800	1,2			
	1250	1,4			
	Classe de sol	S (Z1-4)	S (Z5)		
	A	1	1		
	B	1,35	1,2		
	C	1,5	1,15		
	D	1,6	1,35		
	E	1,8	1,4		
	S1 ou S2	2,5	2,0		
	Amplification topo				
	oui				
	non				
Onglet "Importance"					
Importance ouvrage :					
Victimes directes					
	Trafic (véh./j)	Surf. chaussée ouvr (m ²)	Fréq embout.		
	< 1 000	< 200	nulle 0		
	1 000 < ... < 10 000	200 < ... < 4 000	moyenne 1,5		
	> 10 000	> 4 000	élevée 3		
Voie franchie ou longée en aval					
	Type voirie	Trafic (véh./j)	Fréq embout.	Réseaux franchis	
	néant	néant	nulle 0	non 0	
	VC, RD, frêt ferrov.	< 1 000	moyenne 1,5	oui 2	
	RN, TER	1 000 < ... < 10 000	élevée 3		
	Autoroute, TGV	> 10 000			
Orga. Secours					
	Itin vital (PIS)	Desserte équip. stratég.			
	non	non	0		
	oui	oui	4		
Onglet "Dispositif protection"					
	Dispositif protection	V_{b,prot}	Degré d'endommagement ou de charge		
	Aucun	1,0	Endommagé	En charge	Vide
	Grillage simple		1,0	0,8	0,6
	Grillage ancré		1,0	0,6	0,4
	Ecran pare-blocs		1,0	0,7	0,4
	Bouclier pare-blocs		0,4	0,3	0,2
	Merlon / fosse		0,4	0,3	0,2

Exemple de post-traitement (échelle itinéraire ou parc d'ouvrages)

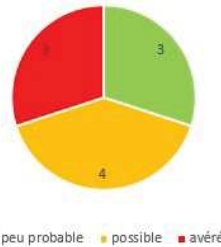
Tableau récapitulatif des résultats :

Nom ouvr.	Nature ouvr.	Indices de vulnérabilité (vibratoire) partiels					Vulnérabilités globales				Indices risques					Priorité			
		Pont					V _{vib}	V _{liq}	V _{gliss}	V _{blocs}	R _{vib}	R _{liq}	R _{gliss}	R _{blocs}	R _{max}	Coupure itinéraire	P = R _{max} x I	Diagnostic détaillé recommandé?	
		V _{général}	V _{voûte}	V _{tablier}	V _{culées}	V _{piées}													
OA 1	Pont	0,65	-	0,10	0,27	0,00	0,18	0,50	0,90	0,20	0,39	1,00	0,23	sans objet	sans objet	1,00	avéré	100,0	OUI
OA 2	Pont	0,10	-	0,10	0,98	1,00	0,10	0,10	0,90	0,40	0,35	0,32	sans objet	sans objet	0,35	peu probable	37,2	NON	
OA 3	Pont	0,40	-	0,10	0,28	0,00	0,11	0,50	0,90	0,20	0,29	sans objet	sans objet	sans objet	0,29	peu probable	29,6	NON	
OA 4	Pont	0,24	-	0,00	0,86	0,00	0,21	0,50	0,90	0,20	0,44	sans objet	sans objet	sans objet	0,44	possible	35,2	NON	
OA 5	Pont	0,40	-	0,34	0,61	0,42	0,24	0,10	0,80	0,30	0,58	0,32	sans objet	sans objet	0,58	possible	59,0	OUI	
OA 6	Pont	0,40	-	0,10	0,50	0,21	0,20	0,10	0,80	0,20	0,43	0,26	0,20	sans objet	0,43	possible	41,1	NON	
OA 7	Pont	0,65	-	0,25	0,86	0,91	0,59	0,50	0,90	0,20	1,00	sans objet	sans objet	sans objet	1,00	avéré	97,0	OUI	
OA 8	Pont	0,44	-	0,10	0,42	0,35	0,18	0,10	0,80	0,20	0,40	sans objet	sans objet	sans objet	0,40	possible	37,3	NON	
OA 9	Pont	0,40	-	0,10	0,05	0,00	0,04	1,00	1,00	0,20	0,17	1,00	sans objet	sans objet	1,00	avéré	35,5	NON	
OA 10	Pont	0,40	-	0,10	0,04	0,35	0,14	1,00	1,00	0,20	0,33	sans objet	sans objet	sans objet	0,33	peu probable	12,0	NON	

Vulnérabilités des OA vis-à-vis des effets vibratoire, liquéfaction et glissement de terrain

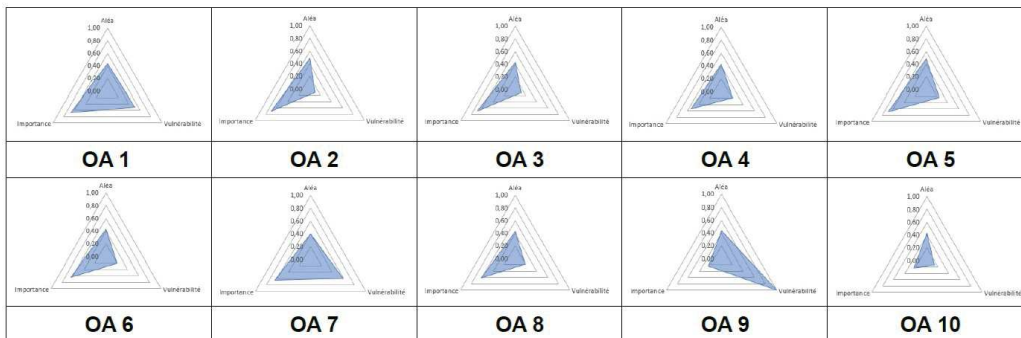


Répartition des OA en terme de risque de coupure d'itinéraire



Répartition des OA sur les différentes matrices de risque :

Matrice R_{vib} :						
V _{vib} ↓	0 - 0,19	0,2 - 0,39	0,4 - 0,59	0,6 - 0,79	0,8 - 1	
A _{vib} ↓	< 1 m/s ²					
	1 - 1,9 m/s ²					
	2 - 2,9 m/s ²	6	3	1		
	3 - 3,9 m/s ²					
	≥ 4 m/s ²					
Matrice R_{liq} :						
V _{liq} ↓	0 - 0,19	0,2 - 0,39	0,4 - 0,59	0,6 - 0,79	0,8 - 1	
A _{liq} ↓	absent					
	0 - 0,9					
	1 - 1,9					
	2 - 2,9	1		1	1	
	≥ 3	2				
Matrice P :						
R _{max}	I	0 - 29	30 - 59	60 - 89	90 - 119	120 - 150
0 - 0,19						
0,2 - 0,39		1			2	
0,4 - 0,59				1	3	
0,6 - 0,79						
0,8 - 1			1		2	
Matrice R_{gliss} :						
V _{gliss} ↓	0 - 0,19	0,2 - 0,39	0,4 - 0,59	0,6 - 0,79	0,8 - 1	
A _{gliss} ↓	absent					
	0 - 0,9				8	
	1 - 1,9				2	
	2 - 2,9					
	≥ 3					



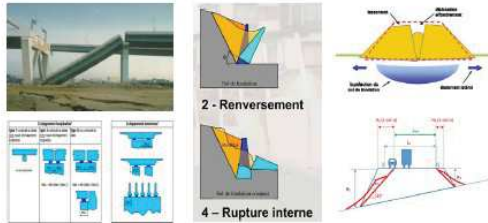
État des lieux et suites à donner

- Outil tableur achevé et opérationnel
- Notice méthodologique en cours de finalisation
(diffusion interne Cerema prévue 2019)
- Test et validation du calibrage de la méthode initiés
dans le cadre du projet R&D SISMET
- Publication définitive envisagée pour 2020

Merci de votre attention

Identification / localisation de l'ouvrage :

Itinéraire d'étude : RNB7
 PR : 0304
 PR : 0304
 Nom de l'ouvrage : OAB Pont sur l'Isère : N°450E
 N° Département : 38
 Nom Département : ISERE
 N° INSEE Commune : 38028
 Commune : MEYLAN
 Nature d'ouvrage : Pont
 Type d'ouvrage :
 si pont :
 P+BP


Scénario 1. Nouveau zonage (ECS) – Période de retour 475 ans


Denis DAVI - Cerema Méditerranée
 Pôle de référence « Réduction des risques sismiques »
denis.davi@cerema.fr
 04 42 24 76 81 ou 04 67 20 95 83