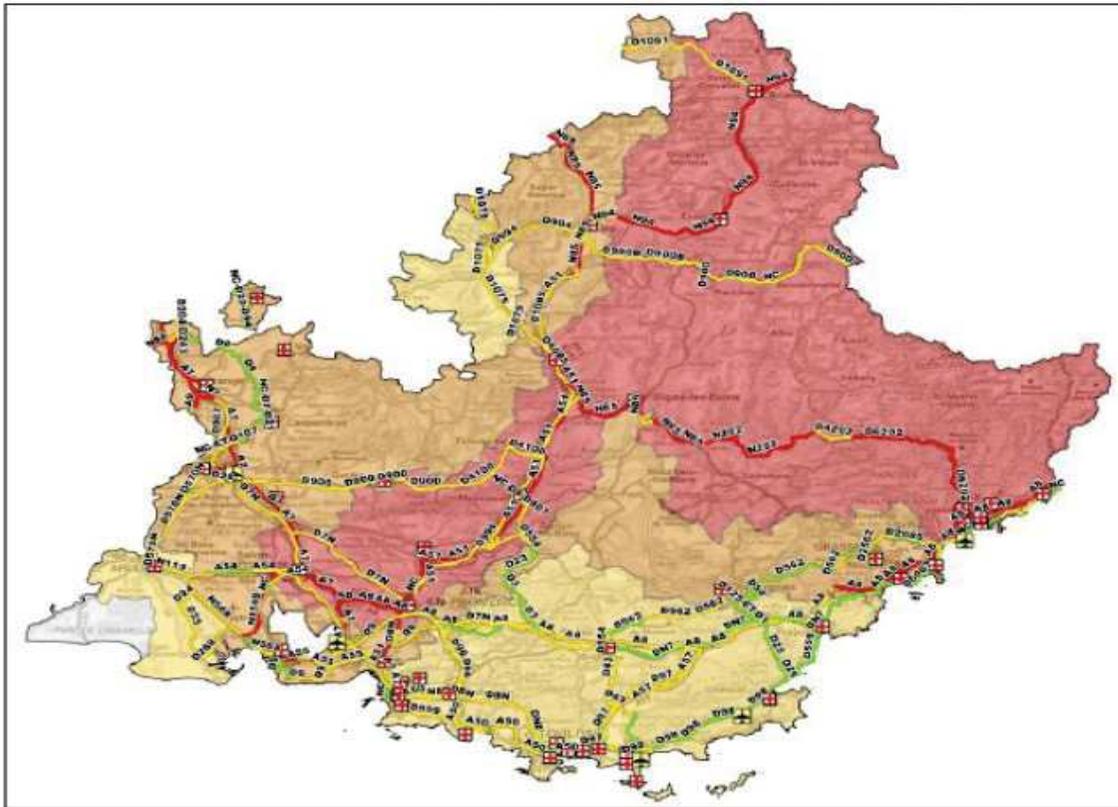


Journées Techniques Ouvrages d'Art 2016



Démarche d'évaluation
préliminaire du risque
sismique sur le réseau
routier structurant en
région PACA

DAVI D. - Cerema Méditerranée

Plan de l'exposé

- Cadre et objectifs de l'étude
- Démarche adoptée
- Cartographie des résultats et enseignements
- Conclusions et suites à donner

Cadre et objectifs de l'étude

Commanditaire :

DREAL PACA (dans le cadre de la déclinaison régionale du CAPRiS)

Objectifs :

- Capitaliser et développer la connaissance sur la vulnérabilité des itinéraires stratégiques à l'aléa sismique (et effets induits)
- Prioriser les actions futures de durcissement des réseaux à l'échelle de la région (multi-MO et gestionnaires)

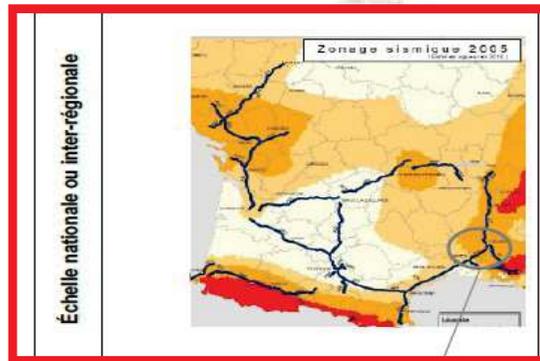
Principes retenus :

- Pré-analyse simplifiée (critères simples et facilement accessibles)
- Établissement de priorités (croisement : vulnérabilité – aléa - enjeu)
- Exploitation d'études déjà menées (sur OAs ou tronçons stratégiques)

Cadre et objectifs de l'étude

Évaluation du risque sismique sur les infras routières :

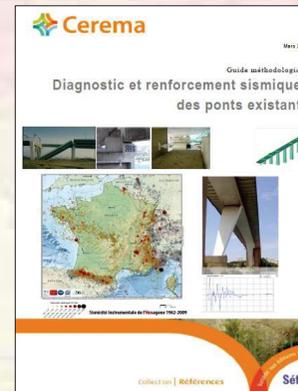
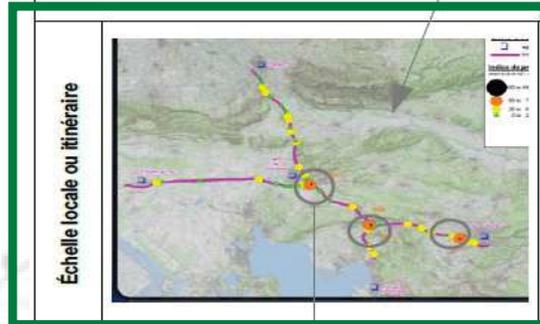
→ Une problématique à plusieurs échelles



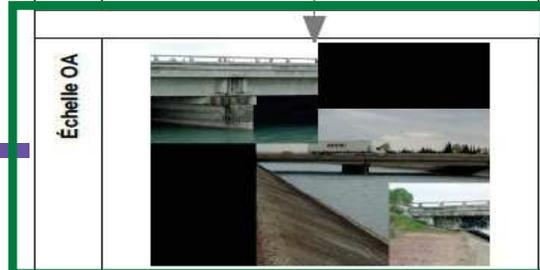
Méthodologies non applicables à une telle échelle



Méthodes Sismoa/Sismur/Sisroute (développées ou en cours de développement)



Guide Cerema « Diagnostic/renforcement sismiques des ponts existants » (à paraître 2016)

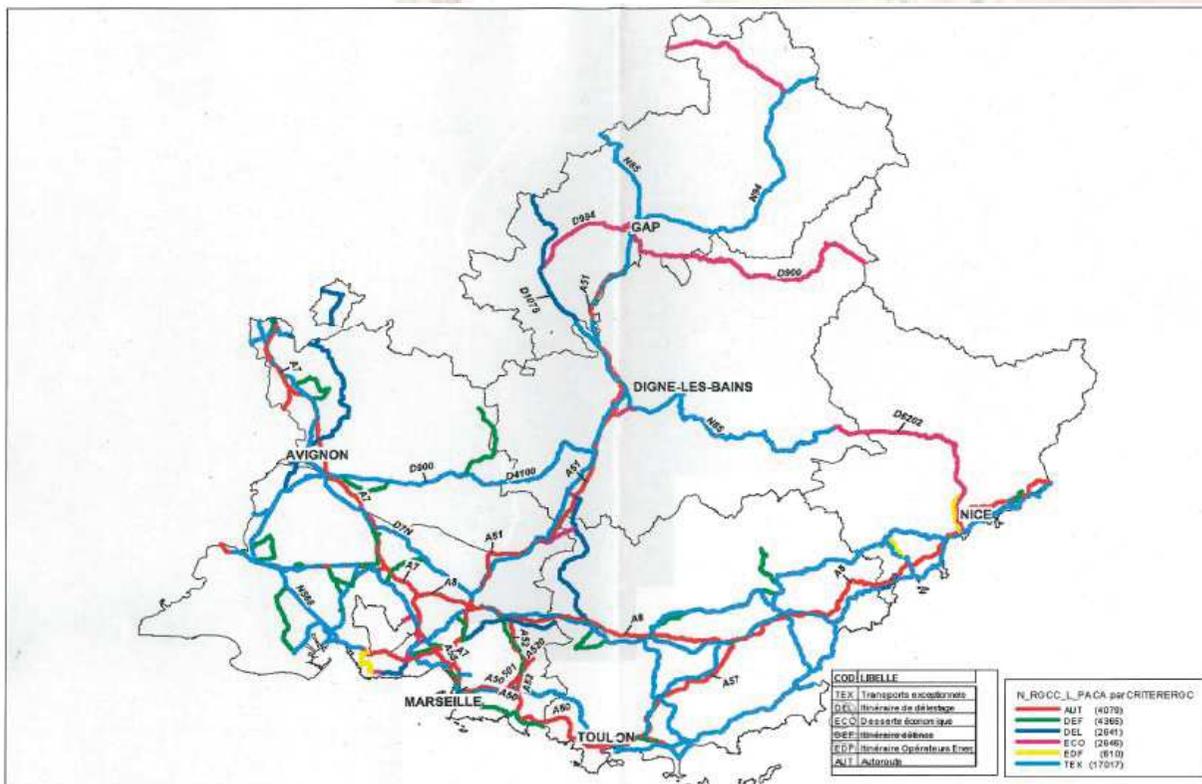


Étude risque sismique itinéraires PACA_DD

Cadre et objectifs de l'étude

Évaluation du risque sismique sur les infras routières :

→ Une problématique à plusieurs échelles



→ Méthode Sismoa inapplicable à une telle échelle
(nécessiterait d'analyser chaque dossier d'ouvrage + relevés contradictoires sur sites)

→ Nécessité d'un pré-filtre pour hiérarchiser les tronçons d'itinéraires entre eux

Démarche adoptée



Proposition d'une approche basée sur les recommandations générales du guide Sétra « Maîtrise des risques – Application aux ouvrages d'art », avec :

- $P = \alpha_A \cdot A \otimes \alpha_V \cdot V \otimes \alpha_I \cdot I$ avec $\alpha_I > \alpha_A \gg \alpha_V$
- « I » basé sur matrice d'importance « itinéraire »
- « A » basé sur carte de zonage national + analyse « grande maille » des effets de site et induits (*bassin sédimentaire, vallée alluvionnaire, zones de relief prononcé...*)
- « V » basé sur une analyse très sommaire :
 - *Date de réalisation (ou conception)*
 - *État de santé structurel global des ouvrages*
 - *Nombre d'ouvrages d'art sur le tronçon (ponts et murs)*
 - *Nombre d'ouvrages non-courants*
 - *Nombre de passages inférieurs (hors cadres et portiques)*



Nota : La notion d'itinéraire s'entend ici comme un tronçon de route compris entre deux échangeurs (cas d'un tronçon autoroutier) ou deux villes -ou concentrations urbaines à fort enjeu- importantes (cas des voiries autres que autoroutes) et en distinguant chaque sens de circulation. Elle peut également correspondre à une configuration de site particulière et cohérente (zone de relief marqué, limite du zonage sismique national...).

Démarche adoptée

Indices et matrices de priorisation

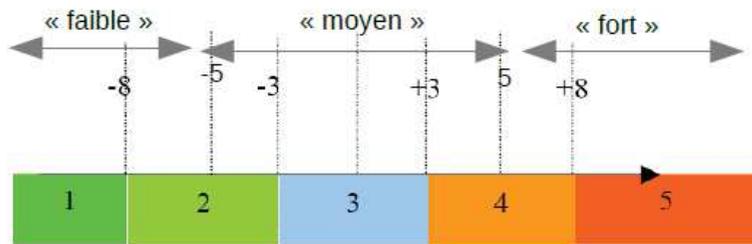


Figure 13 : Classement des critères en 5 catégories

	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5
A 1	R 1	R 1	R 1	R 2	R 2
A 2	R 1	R 1	R 2	R 3	R 3
A 3	R 1	R 2	R 3	R 4	R 4
A 4	R 2	R 3	R 4	R 5	R 5
A 5	R 3	R 4	R 5	R 5	R 5

	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5
R 1	P 3	P 3	P 3	P 3	P 2
R 2	P 3	P 3	P 3	P 2	P 2
R 3	P 3	P 3	P 2	P 2	P 1
R 4	P 3	P 3	P 2	P 1	P 1
R 5	P 3	P 2	P 2	P 1	P 1

Légende :
 A1 à A5 : indices croissants d'aléas
 V1 à V5 : indices croissants de vulnérabilités
 R1 à R5 : indices croissants de risques
 I1 à I5 : indices croissants d'importances
 P1 à P3 : indices décroissants de priorités

Figure 14 : Matrices de risques et de priorités associées aux cinq catégories d'aléa, de vulnérabilité et d'importance

Démarche adoptée

Critère « Importance »

- Basé sur matrice « enjeux » du guide à paraître

- Pondération :

- I_{itin1} (court terme) sur 60
- I_{itin2} (long terme) sur 30

Risque victimes directes (sur 10)
Rôle évacuation des populations (sur 10)
Rôle organisation des secours (sur 16)
Réseaux vitaux portés (sur 10)
Impossibilité itin parallèles ou rétab provisoire d'urgence (sur 14)

- Classement « régulier » :

- Cat. 1 : $0 \leq I_{itin} \leq 18$
- Cat. 2 : $18 < I_{itin} \leq 36$
- Cat. 3 : $36 < I_{itin} \leq 54$
- Cat. 4 : $54 < I_{itin} \leq 72$
- Cat. 5 : $72 < I_{itin} \leq 90$

Rôle socio-économique (sur 9)
Perte de temps sur itinéraire alternatif (sur 9)
Possibilité durcissement par rapport itin parallèles (sur 6)
Aspects environnementaux (sur 3)
Retombées gestionnaires / coût induits et médias (sur 3)

Démarche adoptée

Critère « Aléas »

- Localisation de l'ouvrage dans le nouveau zonage :

- zone 1 - très faible ($a_{gr} = 0 \text{ m/s}^2$) => sans objet
- zone 2 - faible ($a_{gr} = 0,7 \text{ m/s}^2$) => - 8
- zone 3 - modéré ($a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$) => - 5
- zone 4 - moyen ($a_{gr} = 1,6 \text{ m/s}^2$) => + 1
- zone 5 - fort ($a_{gr} = 3,0 \text{ m/s}^2$) => + 6

- Classe de sol :

- A ($S=1,0$) => + 0
- B ($S=1,35$) => + 1
- C ($S=1,5$) => + 2
- D ($S=1,6$) => + 3
- E ($S=1,8$) => + 4

- Effet topographique :

- absence de relief ($S_T=1,0$) => + 0
- relief défavorable ($S_T=1,2$) => + 2
- relief très défavorable ($S_T=1,4$) => + 4

- Sols liquéfiables (uniquement pour zones ≥ 3) :

- non => + 0
- oui => + 6

- Chutes de blocs ou glissements de terrain possibles :

- non => + 0
- oui => + 6

Démarche adoptée

Critère « Vulnérabilité »

- Conception ou non à partir d'un règlement parasismique (associé à la date du marché de travaux) :
 - PS92 ou EC8 (travaux post 1995) => - 12
 - PS69 (travaux entrepris entre 1975 et 1995) => - 3
 - Aucune conception parasismique => + 0

- État de santé structurel global des ouvrages :
 - Bon état => + 0
 - État moyen => + 1
 - Mauvais état => + 3

- Nombre d'ouvrages d'art sur le tronçon (ponts et murs) :
 - $n_{OA} < 20$ => + 0
 - $20 \leq n_{OA} < 60$ => + 1
 - $60 \leq n_{OA} < 100$ => + 2
 - $n_{OA} \geq 100$ => + 3

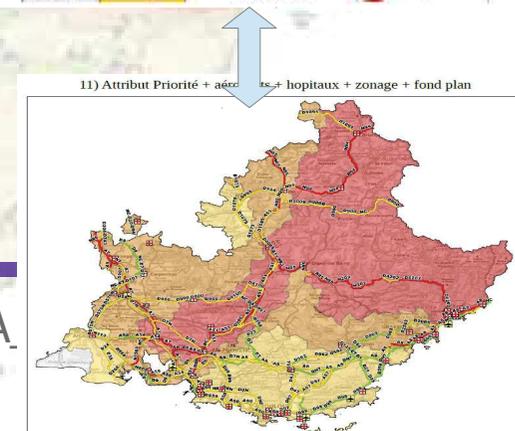
- Nombre d'ouvrages d'art non-courants au sens de la circulaire du 5 mai 1994 (notamment travées > 40 m, surfaces tablier > 1200 m², murs de hauteur > 9 m ou ouvrages ne dépassant pas les seuils précédents mais dont la conception présente des difficultés particulières) :
 - aucun => - 3
 - $0 < n_{OA-NC} < 5$ => + 3
 - $n_{OA-NC} \geq 5$ => + 6

- Nombre de passages inférieurs (hors cadres et portiques) :
 - aucun => - 3
 - $0 < n_{PI} < 5$ => + 3
 - $n_{PI} \geq 5$ => + 6

Démarche adoptée

Programmation semi-automatisée

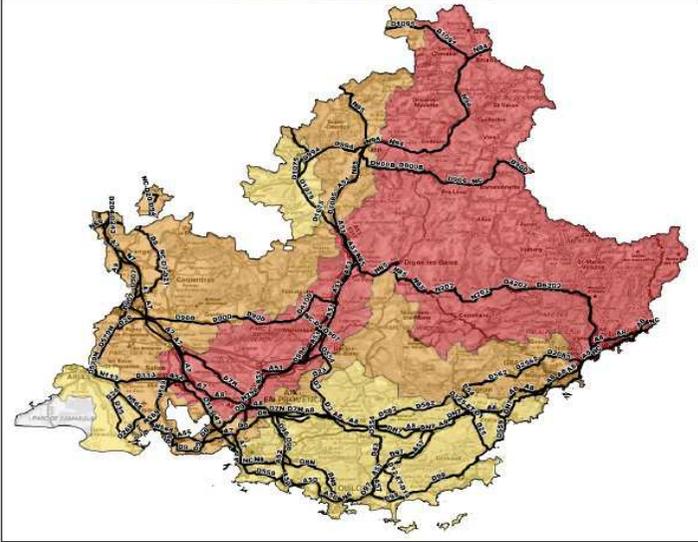
Itin	Gest.	PR début	PR fin	Dpt	Zone sismique	A_Total	A	A (niveau)	V_Total	V	V (niveau)	R	R (niveau)	I _{lin}	I	I (niveau)	P	P (niveau)
A7	DIR Med	280	280	13	2-Faible	-7	2	faible	4	4	moyen	3	modéré	57	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	279	279	13	2-Faible	-7	2	faible	4	4	moyen	3	modéré	57	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	275	278	13	2-Faible	-7	2	faible	7	4	fort	3	modéré	57	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	274	274	13	2-Faible	-5	2	moyen	7	4	fort	3	modéré	57	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	272	272	13	3-Moderée	-2	3	moyen	4	4	moyen	4	moyen	57	4	moyenne	1	élevée
A7	DIR Med	273	273	13	2-Faible	-5	2	moyen	4	4	moyen	3	modéré	57	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	270	271	13	3-Moderée	-2	3	moyen	-8	1	faible	1	très faible	58	4	moyenne	3	faible
A7	DIR Med	267	268	13	3-Moderée	-4	2	moyen	4	4	moyen	3	modéré	56	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	269	269	13	3-Moderée	-2	3	moyen	4	4	moyen	4	moyen	58	4	moyenne	1	élevée
A7	DIR Med	265	266	13	3-Moderée	-3	2	moyen	-8	1	faible	1	très faible	57	4	moyenne	3	faible
A7	DIR Med	261	264	13	3-Moderée	-3	2	moyen	4	4	moyen	3	modéré	56	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med	255	259	13	3-Moderée	3	4	moyen	4	4	moyen	5	fort	56	4	moyenne	1	élevée
A7	DIR Med	260	260	13	3-Moderée	-3	2	moyen	4	4	moyen	3	modéré	58	4	moyenne	2	moyenne
A7	DIR Med			13	3-Moderée	-3	2	moyen	4	4	moyen	3	modéré	56	4	moyenne	2	moyenne
A7	ASF	253	253	13	3-Moderée	2	3	moyen	10	5	fort	4	moyen	56,5	4	moyenne	1	élevée
A7	ASF	254	254	13	3-Moderée	-4	2	moyen	10	5	fort	3	modéré	56,5	4	moyenne	2	moyenne
A7	ASF	248	252	13	4-Moyenne	8	5	fort	10	5	fort	5	fort	56,5	4	moyenne	1	élevée
A7	ASF			13	4-Moyenne	8	5	fort	7	4	fort	5	fort	56,5	4	moyenne	1	élevée



Étude risque sismique itinéraires PACA

Cartographie des résultats et enseignements

1) Réseau routier + carte zonage



2) Attribut relief + zonage relief + fond relief

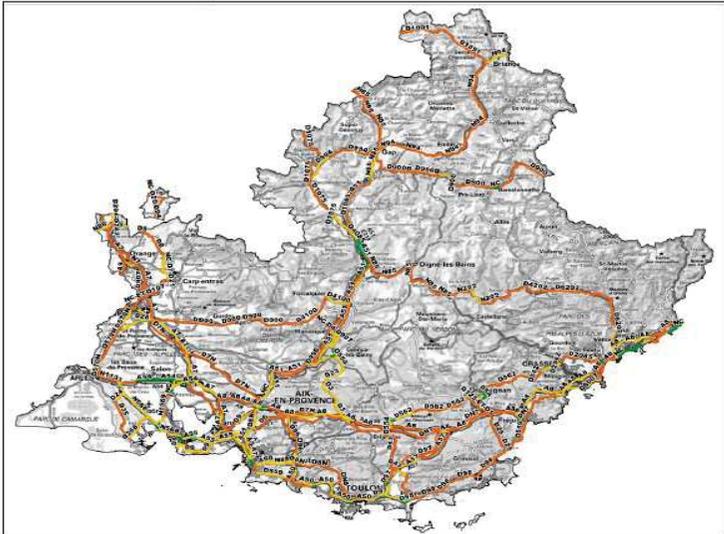


7) Attribut Aléa + blocs_glissemments + liquefaction + zonage + relief

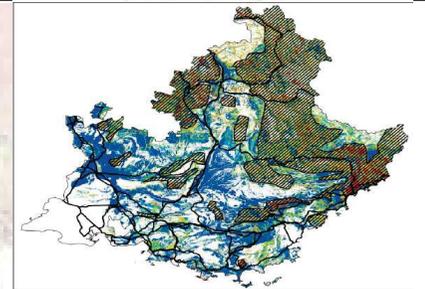
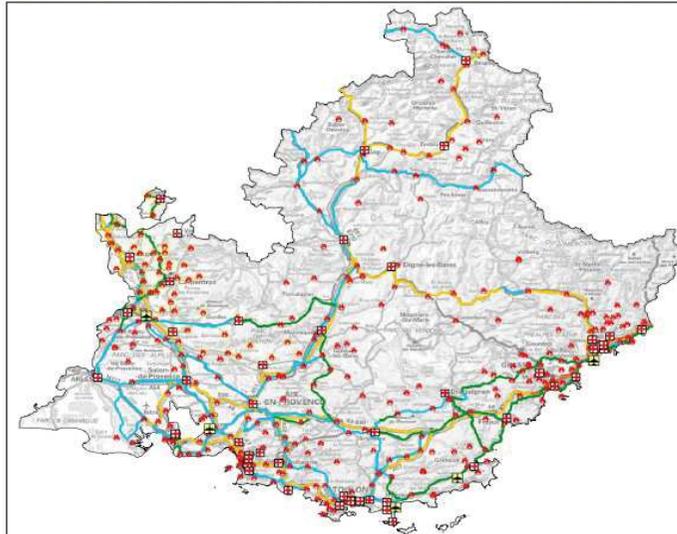


4) saisie Glissement + carte glissement

8) Attribut Vulnérabilité + Fond de carte



10) Attribut Importance + équipements (Aéroports, hopitaux, casernes pompiers)



Résultats étude « Rythmes »

Cartographie des résultats et enseignements

Option 1 : Pondérations équilibrées A, V, I

R	V					moy.	
	1	2	3	4	5		
A	1	1	1	1	2	3	1,6
	2	1	1	2	3	4	2,2
	3	1	2	3	4	5	3
	4	2	3	4	5	5	3,8
	5	3	4	5	5	5	4,4
moy.		1,6	2,2	3	3,8	4,4	

P	I					moy.	
	1	2	3	4	5		
R	1	3	3	3	3	2	2,8
	2	3	3	3	2	2	2,6
	3	3	3	2	2	1	2,2
	4	3	2	2	1	1	1,8
	5	2	2	1	1	1	1,4
moy.		2,8	2,6	2,2	1,8	1,4	

Légende (A ; V ; R ; I)



P1	P2	P3
227	227	60
44,16%	44,16%	11,67%

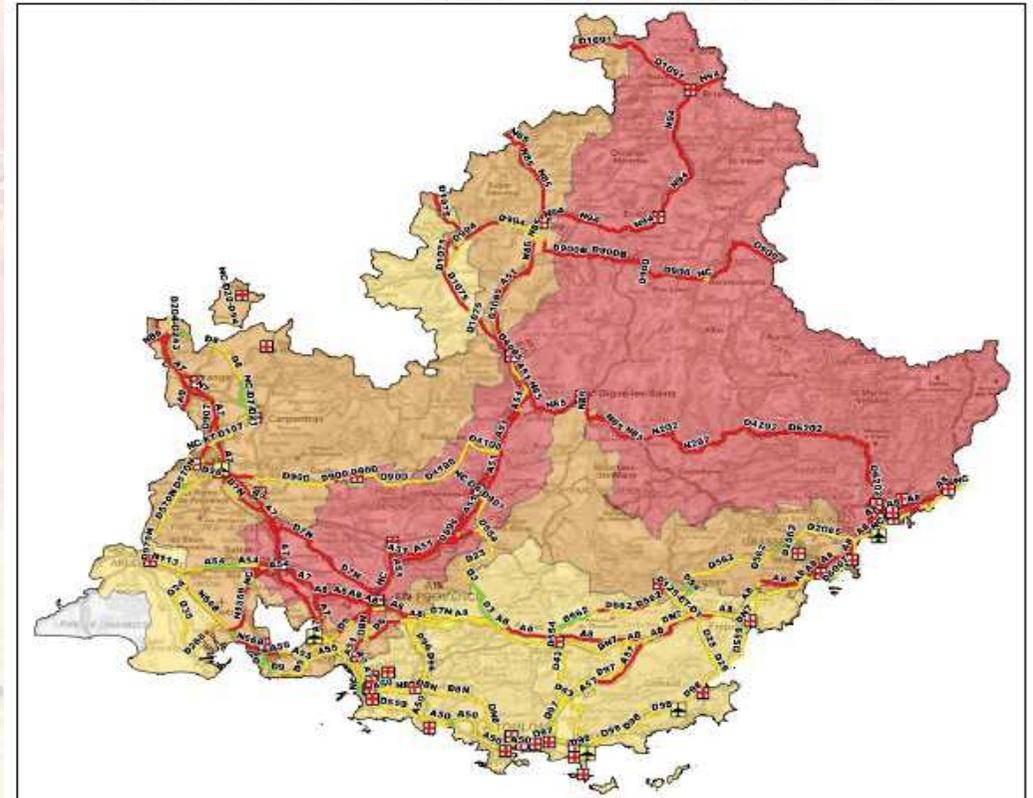
Répartition des priorités par nb de tronçons

2824,852

P1	P2	P3
1301,463	1358,362	165,027
46,07%	48,09%	5,84%

Répartition des priorités par longueur de tronçons

11) Attribut Priorité + aéroports + hopitaux + zonage + fond plan



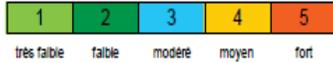
Cartographie des résultats et enseignements

Option 2 : Pondération I > A > V

R	V					moy.	
	1	2	3	4	5		
A	1	1	1	1	2	2	1,4
	2	1	1	2	3	3	2
	3	1	2	3	4	4	2,8
	4	2	3	4	5	5	3,8
	5	3	4	5	5	5	4,4
moy.		1,6	2,2	3	3,8	3,8	

P	I					moy.	
	1	2	3	4	5		
R	1	3	3	3	3	2	2,8
	2	3	3	3	2	2	2,6
	3	3	3	2	2	1	2,2
	4	3	3	2	1	1	2
	5	3	2	2	1	1	1,8
moy.		3	2,8	2,4	1,8	1,4	

Légende (A ; V ; R ; I)



P1	P2	P3
108	108	123
31,86%	31,86%	36,28%

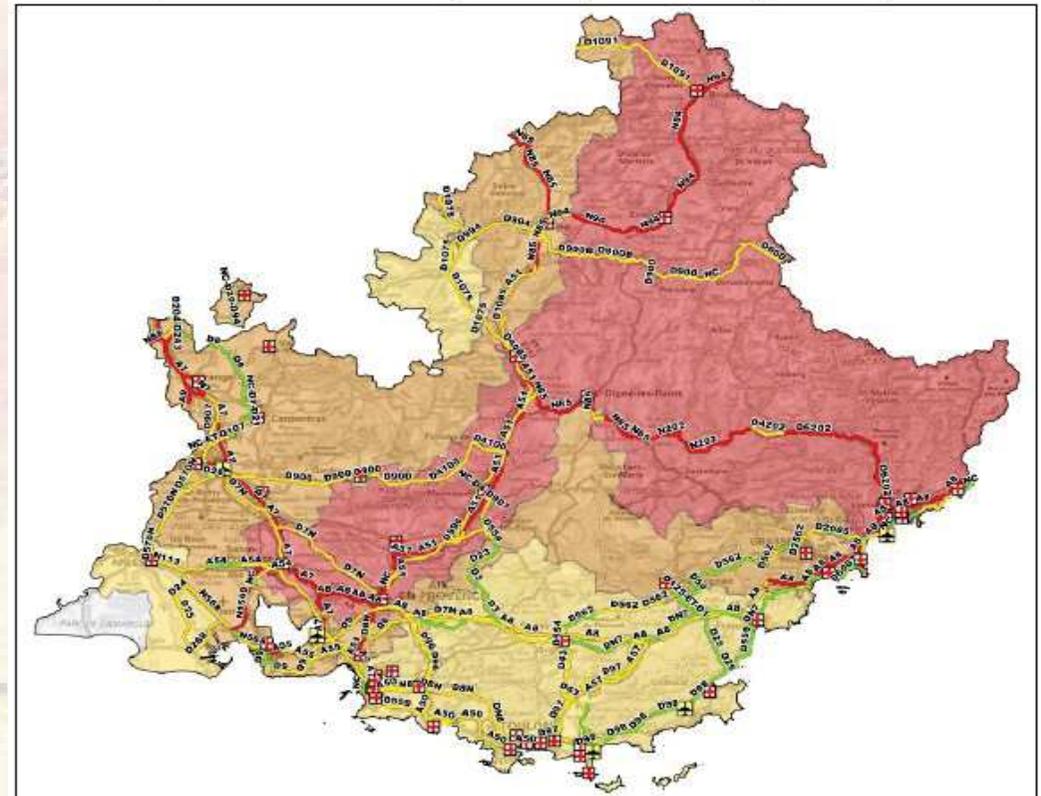
Répartition des priorités par nb de tronçons

2824,852

P1	P2	P3
694,283	1601,002	529,567
24,58%	56,68%	18,75%

Répartition des priorités par longueur de tronçons

11) Attribut Priorité + aéroports + hopitaux + zonage + fond plan



Cartographie des résultats et enseignements



Figure 25 : Analyse de la vulnérabilité sismique des ouvrages courants du triangle autoroutier A7-A8-A54 (ASF)

Analyse Sismoa des OAC du triangle A7-A8-A54 en partenariat avec ASF

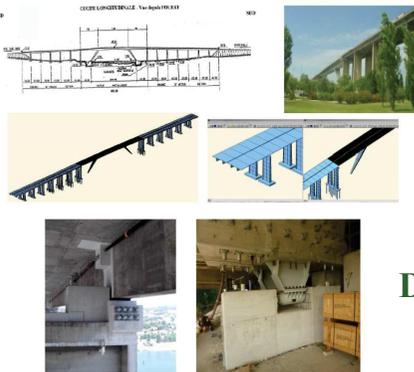
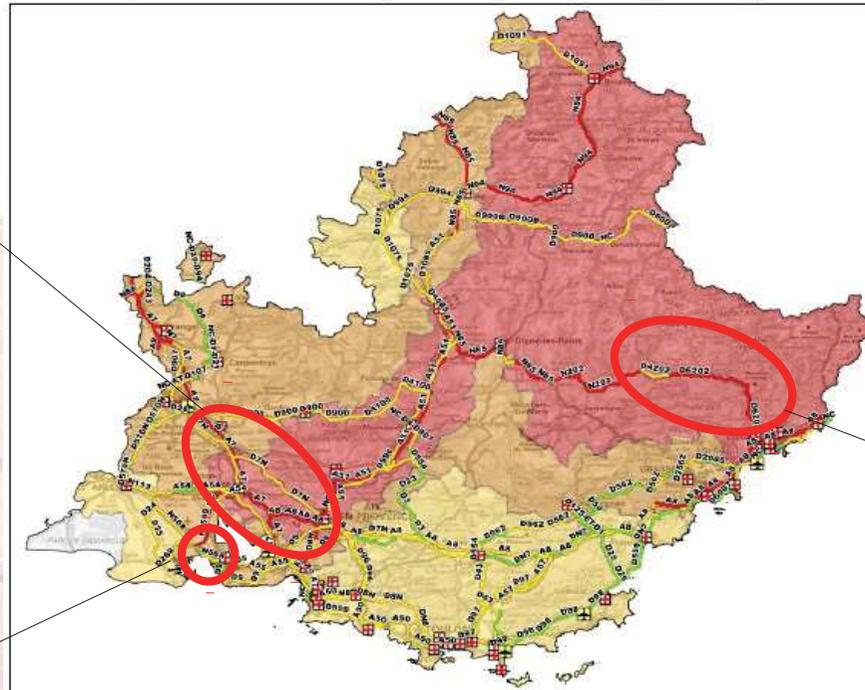


Figure 28 : Diagnostic et renforcement sismique du viaduc de Caronte à Martigues (A55)

Diagnostic et projet de renforcement viaduc de Caronte (A55)

11) Attribut Priorité + aéroports + hopitaux + zonage + fond plan



RD6202 : itinéraire test des méthodes Sismoa/Sisroute...

Cartographie des résultats et enseignements

Meilleure discrimination des itinéraires dans le cas de la 2^{ème} option
(I > A > V)

Principaux itinéraires identifiés comme prioritaires :

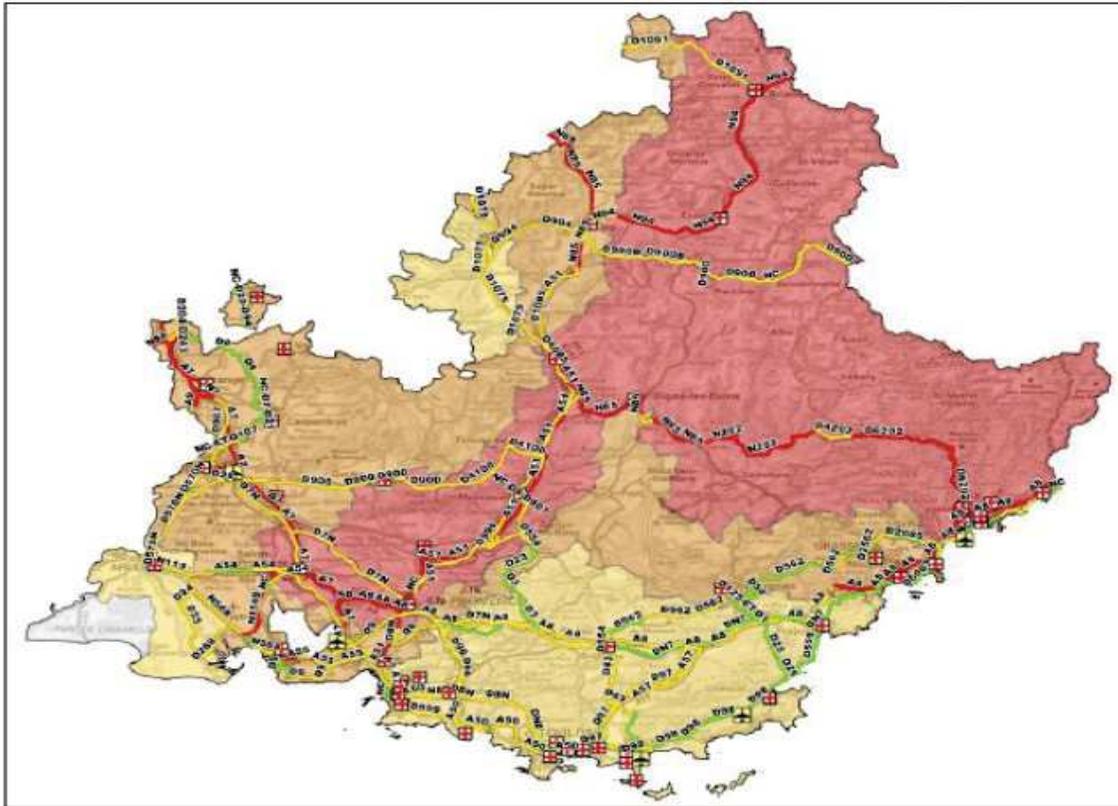
- Contournement de Nice par l'A8
- Triangle A7-A8 (Aix-Salon / Marignane-Avignon)
- Desserte zones « reculées » (A51, D6202, N85, N94)

Conformité par rapport aux priorités intuitées et anticipées
dans le cadre d'études plus spécifiques déjà menées...

Conclusions et suites à donner

- Une approche permettant de traiter rapidement un grand linéaire d'infrastructure
- Méthode facilement automatisable avec rendu SIG aisé
- Niveau de discrimination variable selon le choix de pondération des critères « aléa », « vulnérabilité », « importance »
- Suites à donner :
 - **Fiabilisation des résultats**
 - Validation/précision des indices d'importance par les gestionnaires
 - Croisement avec études de microzonage menées par le LR Nice
 - **Études Sismoa à mener sur itinéraires prioritaires**
(certaines déjà anticipées)

Merci de votre participation



denis.davi@cerema.fr

Cerema Méditerranée

PCI « Vulnérabilité des ouvrages de Génie Civil
aux aléas sismiques et hydrauliques »

<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/article/cadre-regional-dactions-2015-2018>