

Utilisation des vibrations ambiantes pour la caractérisation dynamique des ouvrages d'art



Julie Regnier¹

Diego Mercerat¹

Denis Davi²

Etienne Bertrand¹

¹ Equipe de Recherche *MouvGS*
CEREMA Méditerranée

² DCEDI – Div. Ouvrages d'art
CEREMA Méditerranée

Contexte de l'étude

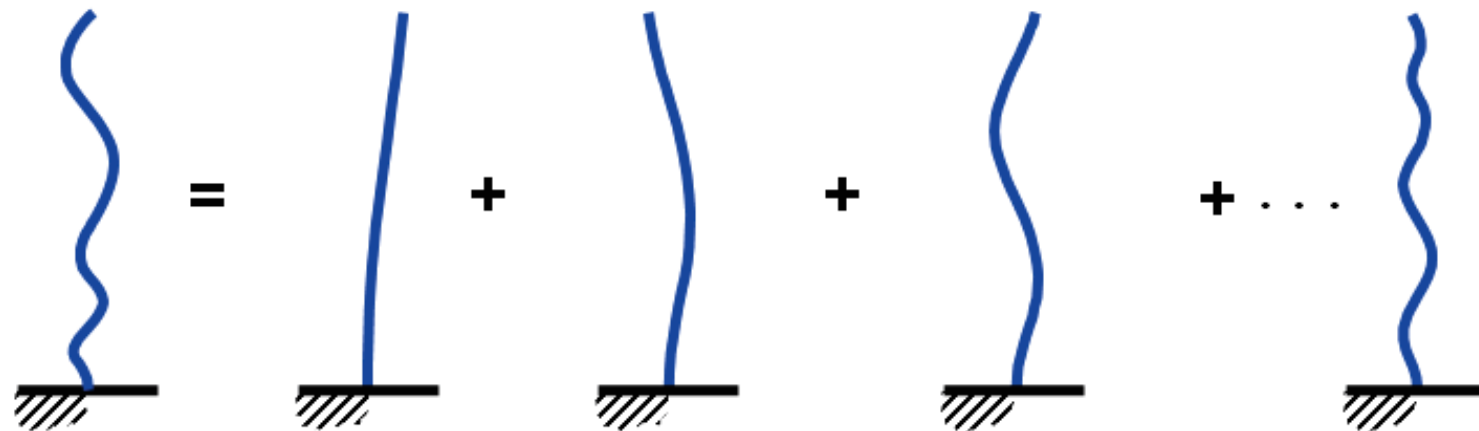
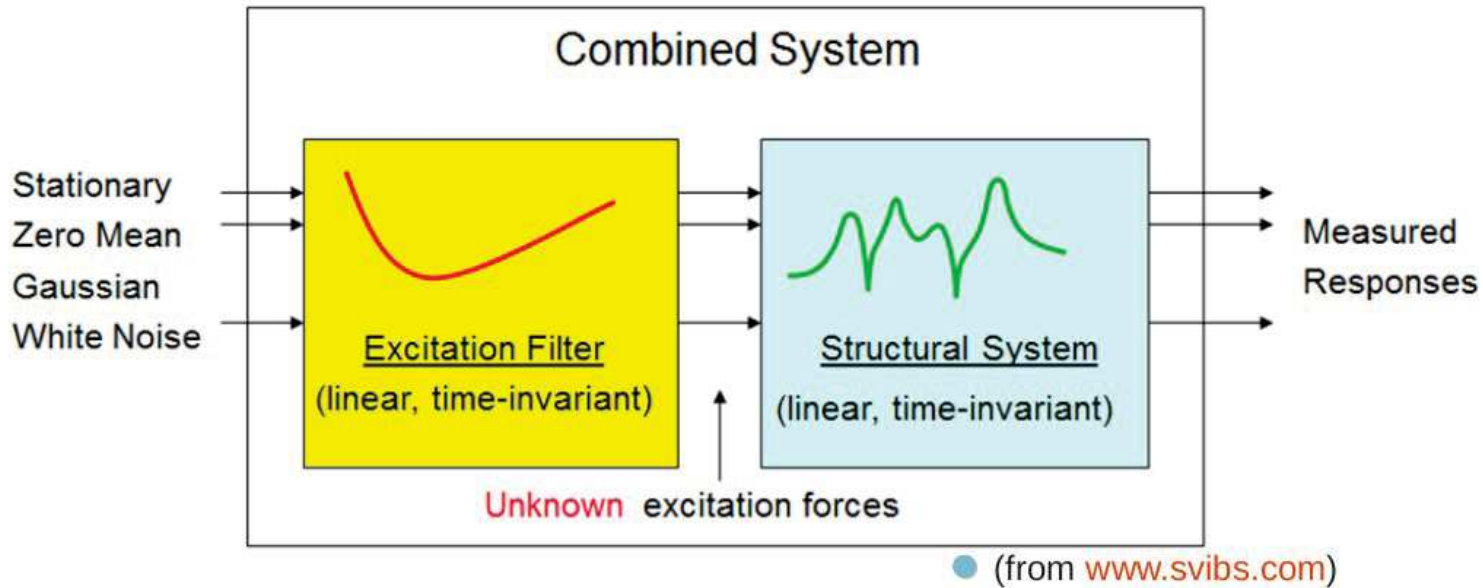
Projet transfrontalier **RisVal** (Risque Sismique et Vulnérabilité Alpine)

- Renforcer les capacités de surveillance sismologique
- Développement d'outils opérationnels pour la qualification de la vulnérabilité des constructions

Objectifs de l'étude

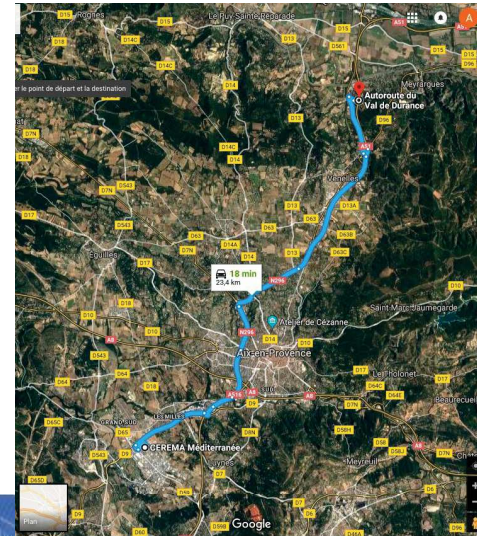
- Expérimenter sur des ouvrages de typologies variées, la technique de caractérisation dynamique à partir d'enregistrements de vibrations ambiantes
- Définir une procédure opérationnelle adaptée : champ d'application, domaine de validité, techniques de post-traitement des données, ...

Analyse modale opérationnelle (OMA)



$$y(t) = q_1(t)\phi_1 + q_2(t)\phi_2 + \dots + q_n(t)\phi_n$$

Cas d'étude : OA 319 - Venelles

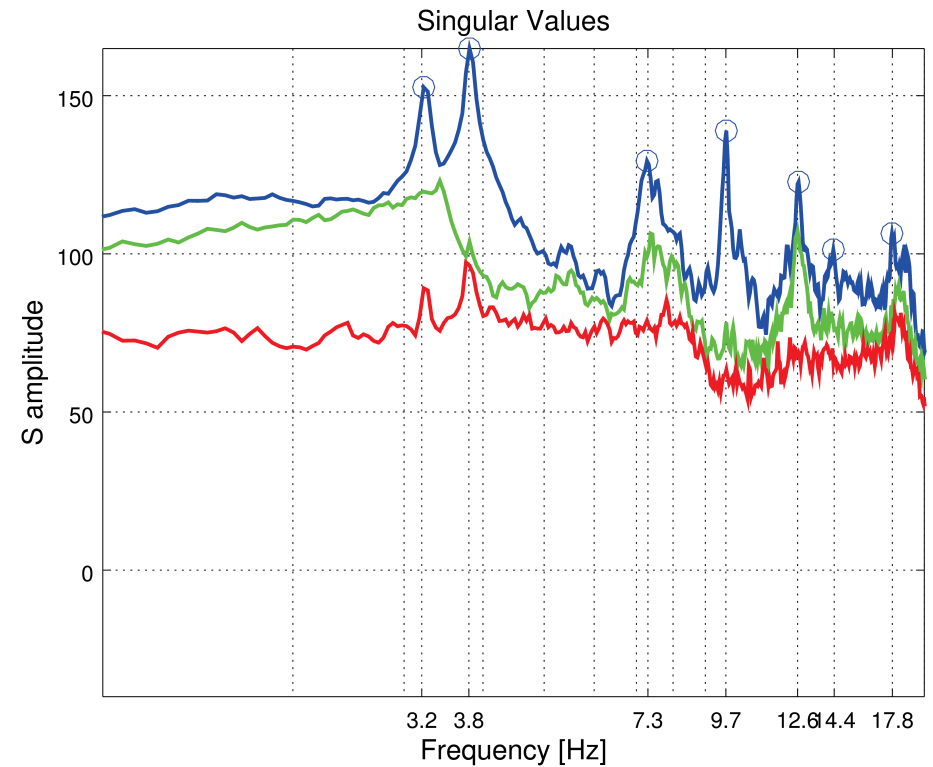
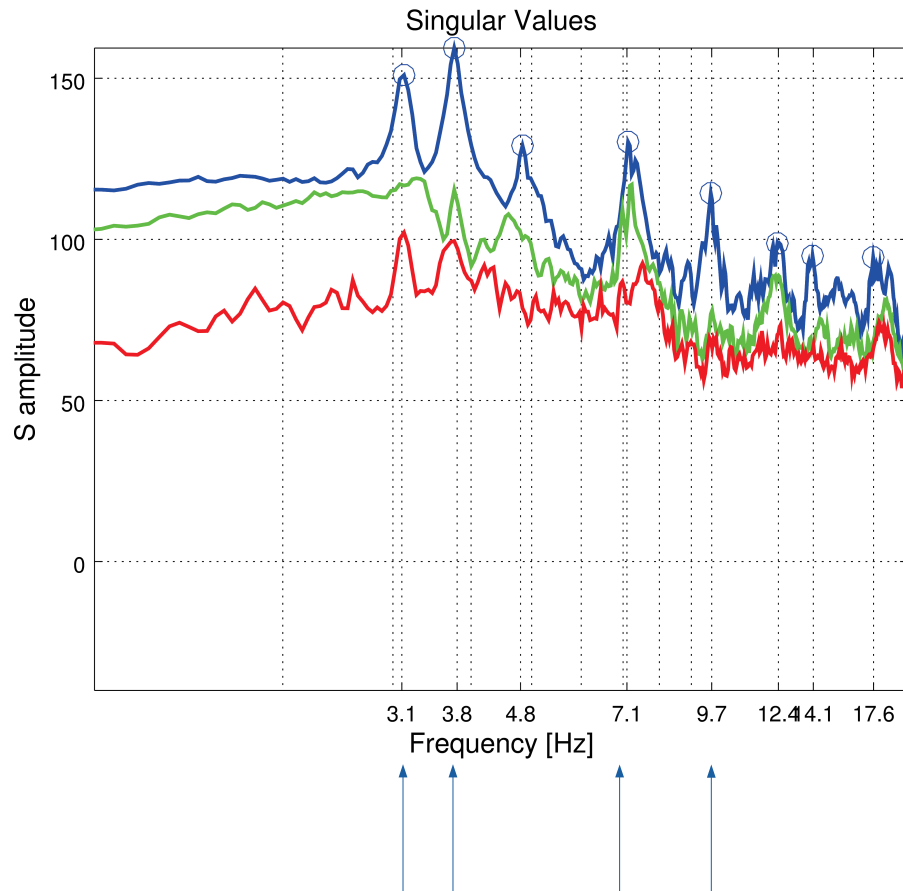


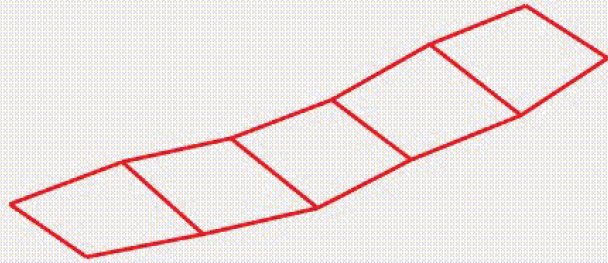
OA 319 (A51) :
- Pont à béquilles
- 3 travées (18m-30m-18m)

- 2 réseaux linéaires (~1h enregistrement à 200 Hz)
- Velocimètres Lennartz 3D (5 sec)

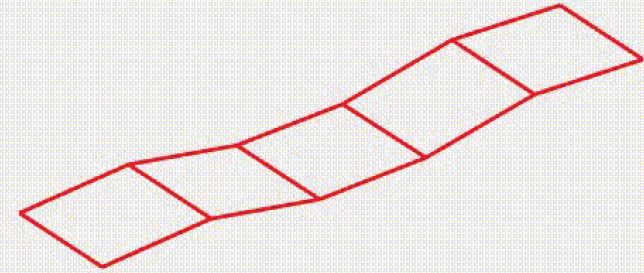


Résultats expérimentaux (FDD)

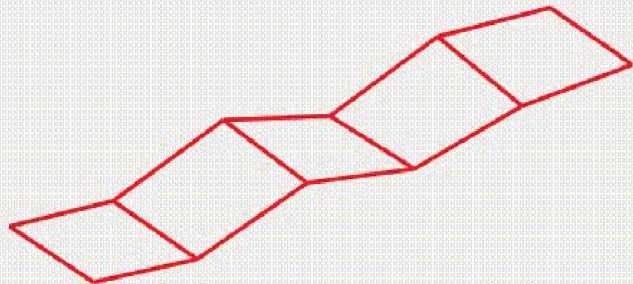




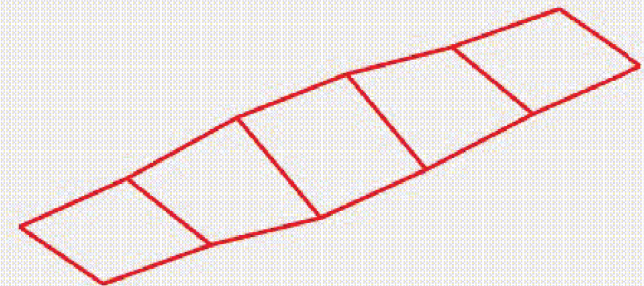
Mode 1 3.1 Hz



Mode 2 3.7 Hz



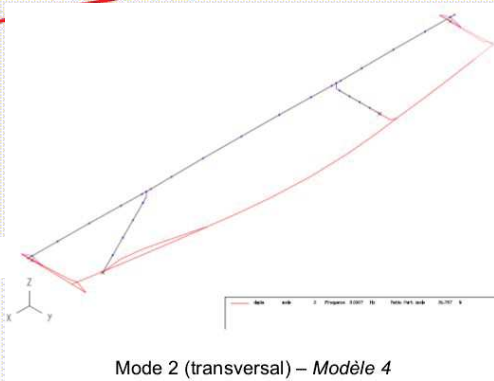
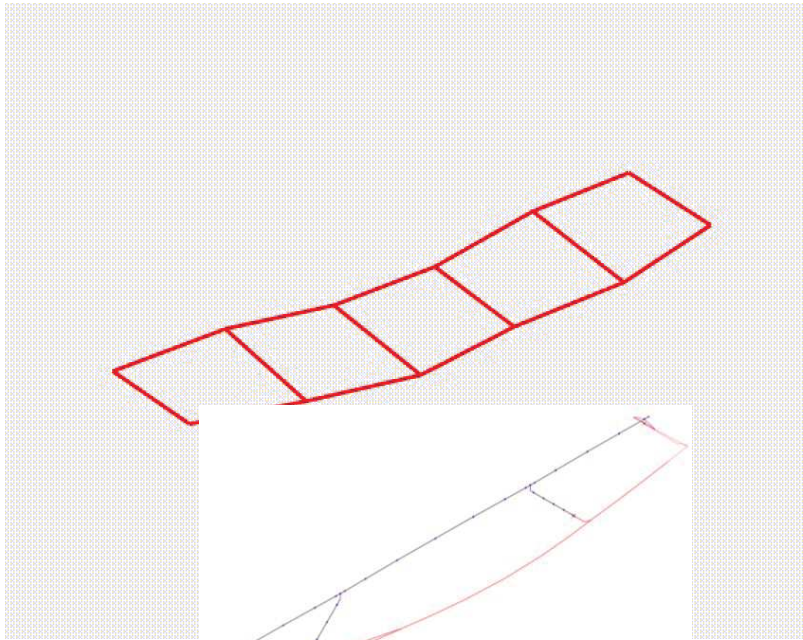
Mode 4 7.4 Hz



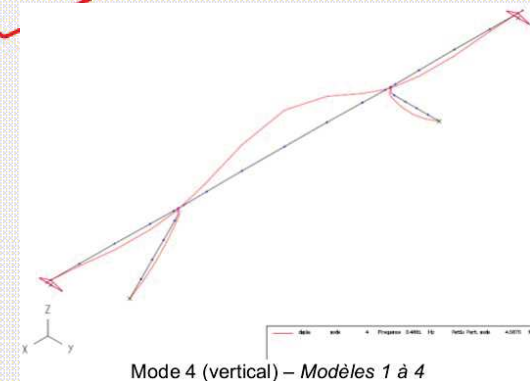
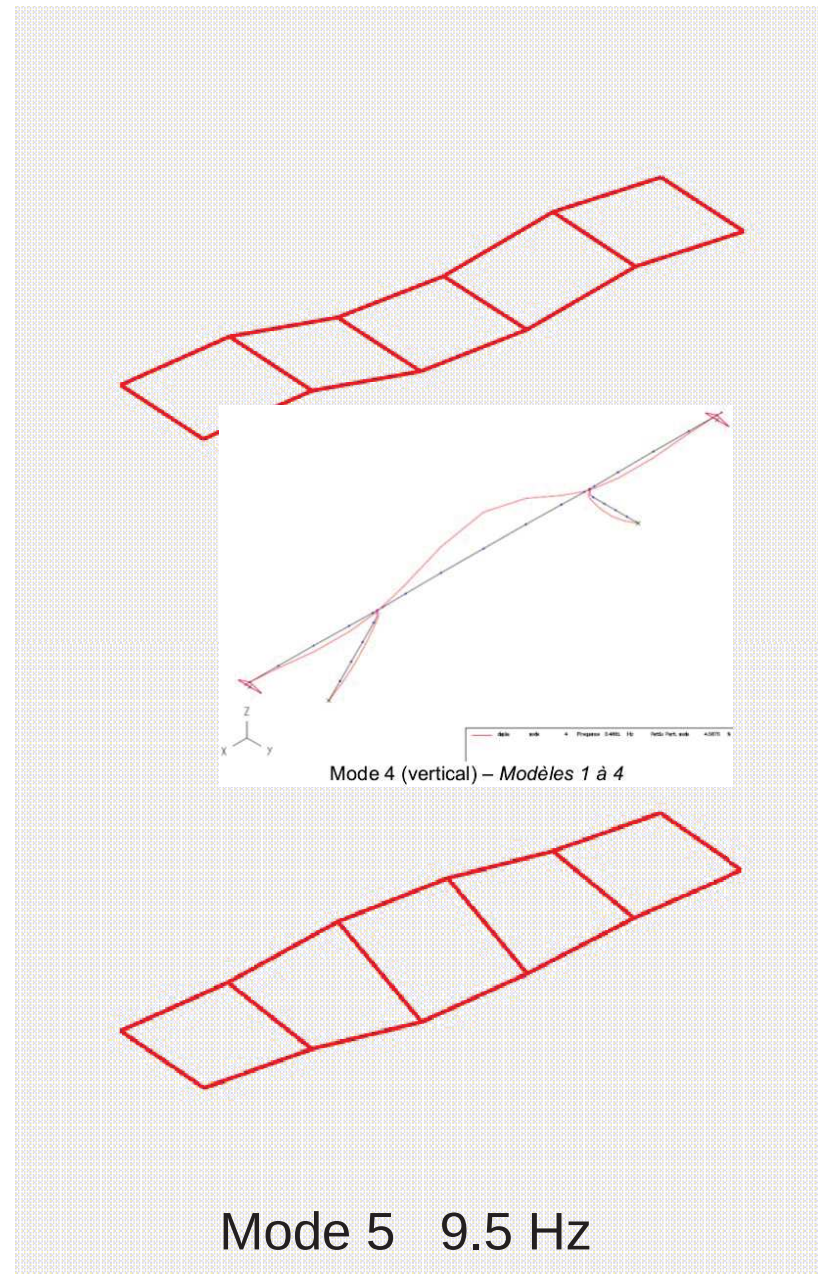
Mode 5 9.5 Hz

Confrontation avec résultats numériques

	Instrumentation	Modèle 1 (théorique)	Modèle 2 (art. Freyssinet modélisées)	Modèle 3 (modèle 2 + cara béton majorées)	Modèle 4 (modèle 3 + $G_{\text{élastomère}} = 25 \text{ MPa}$)
Mode 1 (longitudinal)		1,58 Hz	1,72 Hz	1,86 Hz	2,37 Hz
Mode 2 (transversal)	3,1 Hz	2,54 Hz	2,43 Hz	2,61 Hz	3,09 Hz
Mode 3 (rotation d'axe z) rq : facteur participation ≈ 0		2,66 Hz	2,58 Hz	2,78 Hz	4,21 Hz
Mode 4 (vertical)	3,7 Hz	3,49 Hz	3,52 Hz	3,83 Hz	3,83 Hz
Mode 5 (transversal)		5,54 Hz	5,53 Hz	6,03 Hz	7,03 Hz
Mode 6 (vertical) rq : facteur participation ≈ 0	7,4 Hz	7,61 Hz	7,70 Hz	8,40 Hz	8,40 Hz

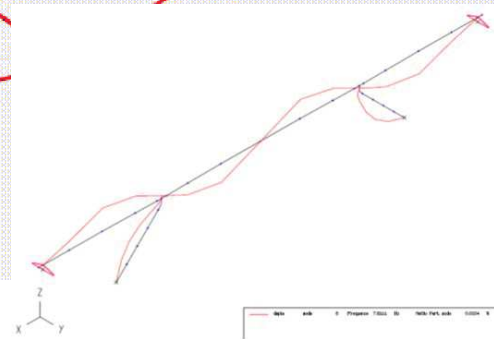
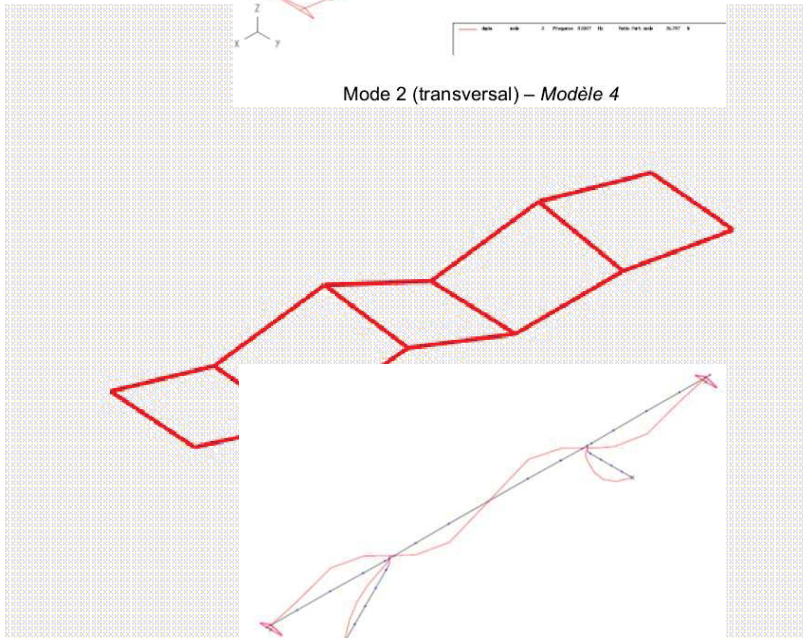


Mode 2 (transversal) – *Modèle 4*



Mode 4 (vertical) – *Modèles 1 à 4*

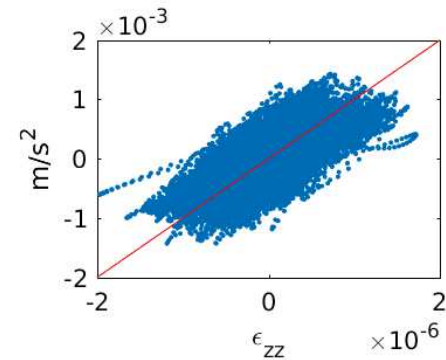
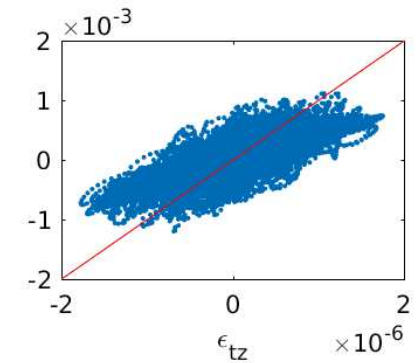
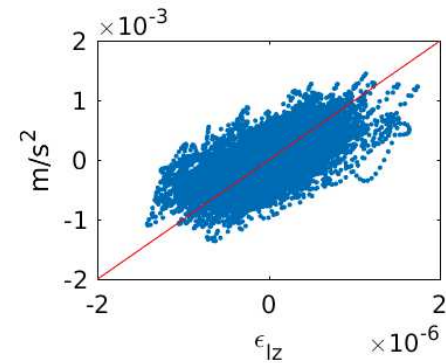
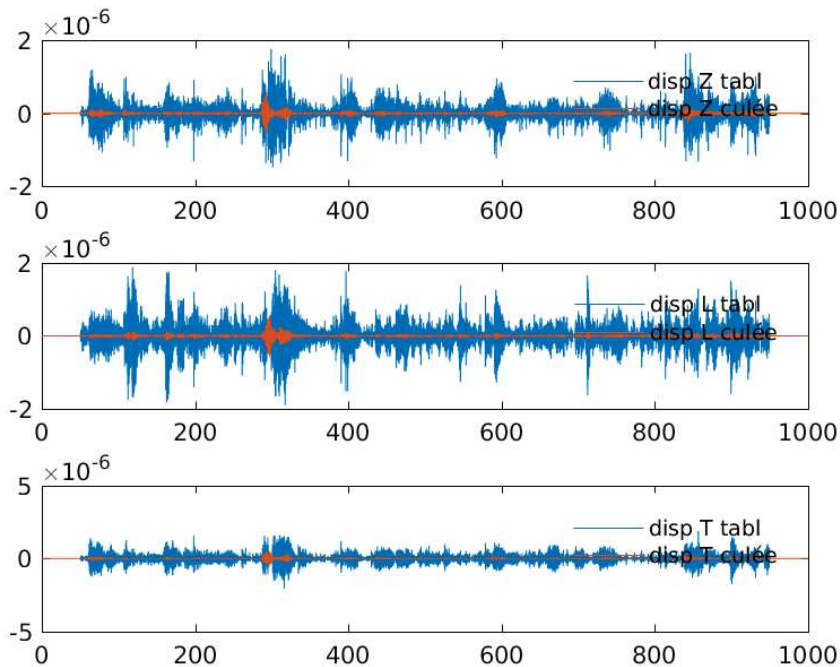
Mode 5 9.5 Hz



Mode 6 (vertical) – *Modèles 1 à 4*



Liaisons et conditions d'appui



$$K = n \times G \times A \times B / e$$

$$G_{\text{elast}} = 25 \text{ Mpa} \rightarrow K = 75 \text{ kN/m}$$

Conclusions

- Procédure opérationnelle adaptée pour la caractérisation d'ouvrages (durée d'enregistrement, freq échantillonnage, positionnement de capteurs, ...)
- Fréquences et déformées modales identifiées par le modèle numérique et l'analyse modale opérationnelle
- Analyse paramétrique préliminaire a permis d'identifier des paramètres clés du modèle (module effectif du béton, module élastomère)
- Perspectives :
 - recherche du 1^{er} mode longitudinal, amortissements
 - exploitation des mesures dynamiques de part et d'autre des appareils d'appui → confirmer les modules effectifs à *faible déformation*

Merci de votre attention



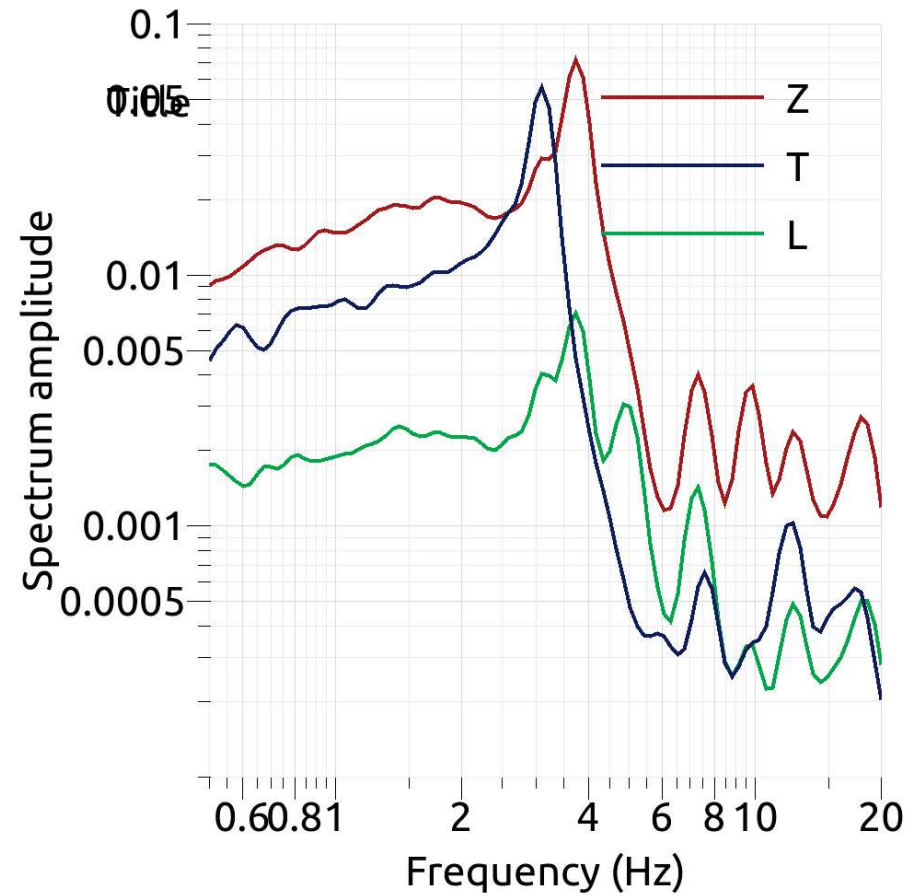
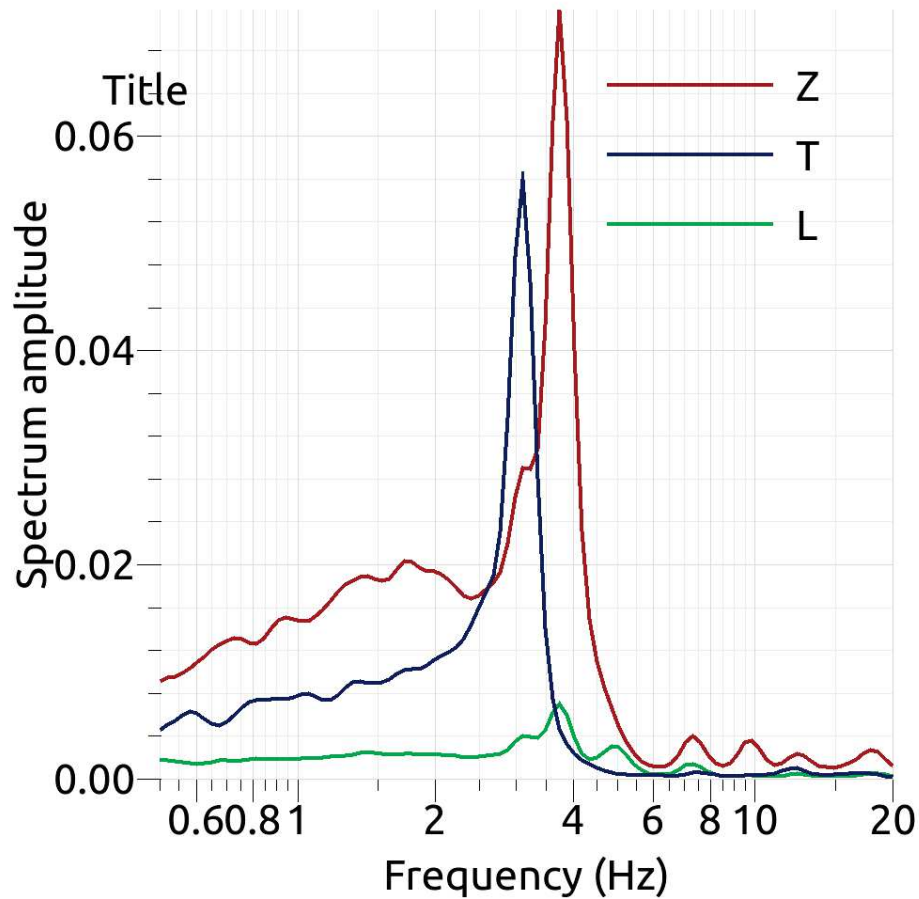
CEREMA Méditerranée

Pour en savoir plus :

diego.mercerat@cerema.fr



Résultats expérimentaux (Fourier)



Résultats expérimentaux (Fourier)

