

Proposition de sujet de thèse IFSTTAR

Etude d'amortisseurs non linéaires à frottement pour la protection vibratoire des ouvrages de génie civil

Encadrement : M. Peigney (Navier), *directeur de thèse*,
D. Siegert (COSYS), C. Douthe (Navier), *conseillers*

L'amortissement de vibrations, qu'elles soient dues aux sollicitations en service (vent, trafic) ou à des sollicitations exceptionnelles (séisme), est un thème majeur en génie civil. La conception d'amortisseurs performants répond à l'objectif de préserver les infrastructures de manière durable et de les protéger des risques naturels en particulier dans le contexte du changement climatique. Les amortisseurs à masse accordée (Tuned Mass Damper, abrégé en TMD, en anglais) font partie des solutions les plus étudiées. Ces systèmes sont habituellement linéaires (amortissement visqueux) et leur efficacité est de fait limitée à une faible plage de fréquences d'excitation. L'utilisation de ce type de dispositif nécessite donc un réglage précis, ce qui dans certains cas s'avère difficile à garantir. Pour les TMD à base de fluide visqueux se pose également la question de l'étanchéité à long terme. Par ailleurs, les TMD linéaires sont habituellement conçus pour des excitations de faible amplitude.

Les amortisseurs de type non linéaire pallient à certains de ces inconvénients : ils sont efficaces sur une plage de fréquences relativement large et adaptés aux excitations de grande amplitude. L'utilisation de câbles métalliques en flexion est une des solutions les plus simples et robustes pour réaliser un amortisseur non linéaire. Le mécanisme dissipatif mis en jeu est lié au frottement entre les brins constitutifs du câble. Il s'agit d'un phénomène par nature non linéaire et hystérétique. De tels systèmes se retrouvent dans différentes applications du génie civil, comme par exemple les amortisseurs Stockbridge notamment utilisés sur les lignes électriques à haute tension. La thèse de A. Trad [3] suggère également que le frottement au sein des câbles métalliques contribue de façon significative à la dissipation totale d'énergie dans les filets pare-blocs.

Pour autant, le dimensionnement de tels amortisseurs non-linéaires pose certaines difficultés. Le modèle de Bouc-Wen est le plus couramment utilisé [1]. De nature phénoménologique, ce modèle a l'avantage d'être relativement simple mais une étude récente [2] a montré qu'il ne permettait pas de reproduire fidèlement les courbes d'hystérésis expérimentales, ce qui rend hasardeuse l'identification des paramètres du modèle.

L'objectif principal de la thèse proposée est de mettre en place un modèle (plus adapté que le modèle de Bouc-Wen) pour décrire le comportement hystérétique des amortisseurs à base de câbles en flexion, en se basant sur la compréhension physique des mécanismes mis en jeu. Le formalisme de l'élasto-plasticité avec variables internes

est une piste possible. Un enjeu important consiste à s'assurer que le modèle reste suffisamment simple (nombre réduit de degrés de libertés) pour demeurer facilement exploitable dans une démarche de dimensionnement. L'intégration du modèle de matériau au sein de CESAR fait également partie des objectifs.

Outre l'aspect modélisation (théorique et numérique), la thèse proposée s'appuiera sur un travail expérimental mené à COSYS pour guider l'élaboration du modèle, en identifier les paramètres constitutifs et les limites de validité. Afin d'orienter le travail vers des applications à grande échelle, le comité de suivi comporterait des représentants du CEREMA (intéressé par les amortisseurs Stockbridge) et des industriels impliqués dans la fabrication de filets pare-blocs (projet national C2ROP).

Références

- [1] N. Carpineto, W. Lacarbonara, F. Vestroni, *Hysteretic tuned mass dampers for structural vibration mitigation*, Journal of Sound and Vibration 333(2014) 1302-1318
- [2] R.Din, Behavior of nonlinear damper for vibration control, stage de 3ème de l'Ecole Polytechnique, réalisé à l'IFSTTAR et encadré par M.Peigney et D.Siegert, 2017. Ce travail a été récompensé du prix A.Citroën.
- [3] A. Trad, thèse de doctorat INSA Lyon, *Analyse du comportement et modélisation de structures souples de protection : le cas des écrans de filets pare-pierres sous sollicitations statique et dynamique*, 2011