

# Conclusions

Ce travail est un développement d'une loi de contrôle semi-actif. A ce titre il décline toutes les étapes de la mise en oeuvre : synthèse théorique du contrôle, approximation numérique, expérimentation... Pour appliquer cette loi de contrôle, on a proposé un actionneur électromécanique original. Cet actionneur est composé principalement d'un TMD pendulaire couplé à un alternateur qui sert à transformer l'énergie mécanique en énergie électrique qui sera dissipée par effet Joule dans une résistance externe. Lorsque cette résistance est constante, on parle du contrôle passif et lorsqu'elle varie dans le temps on parle du contrôle semi-actif.

Comme la performance du TMD est très liée aux réglages de ses paramètres et comme leur efficacité varie beaucoup lorsque la structure évolue ainsi que le type de chargement, il décline les principaux résultats et innovations de ce travail qui peut être résumé ainsi :

On a introduit une méthode de conception des paramètres de l'actionneur. Cette méthode consiste à maximiser le taux de décroissance exponentiel au moyen de la technique de placement des pôles. De la simulation numérique, on a pu constater, à partir de l'étude détaillée de l'amortissement obtenu en variant les paramètres de l'actionneur, que l'emplacement optimal de cet actionneur est dans la zone à déplacement maximal. On a constaté aussi l'importance majeure des paramètres optimaux de l'actionneur sur l'amortissement.

A travers des simulations numériques sur une maquette d'un pont en construction, on a montré que cet actionneur électromécanique, lorsqu'il est attaché à l'extrémité du tablier, a une efficacité très importante à amortir le mode de torsion lorsque la maquette est en vibration libre ou également en vibration harmonique. En plus, l'utilisation des trois actionneurs, dont un est attaché à l'extrémité du tablier et les deux autres à l'extrémité du pylône avec le pendule de l'un qui vibre dans le plan de la maquette et le pendule de l'autre qui vibre dans le plan perpendiculaire de la maquette, permettent d'amortir le premier mode vertical, le mode de torsion et le mode de balancement de la maquette du pont.

On a développé une loi de contrôle semi-actif qui permet une adaptation en temps réel des paramètres de l'actionneur aux évolutions de la structure et des sollicitations. Cette loi de contrôle s'applique sur la résistance externe branchée aux bornes de l'alternateur et elle permet de varier le coefficient d'amortissement et de compenser la rigidité de l'actionneur. Cette loi s'applique durant la construction de pont lorsqu'il passe par des étapes intermédiaires dans lesquelles il est très flexible. Elle permet d'éviter le changement de l'actionneur à chaque étape de construction, comme elle permet d'éviter les arrêts du chantier et d'augmenter la sécurité pour les ouvriers. Cette loi peut être aussi appliquée pour amortir plusieurs types d'excitations et également plusieurs modes en agissant sur un mode particulier à chaque instant. En plus, elle peut être considérée très simple, car elle consiste en l'introduction d'un seul capteur lors de sa mise en oeuvre expérimentale.

On a mis en oeuvre expérimentalement, sur la maquette du pont, d'une part le contrôle passif et d'autre part le contrôle semi-actif. Dans le contrôle passif on a validé la théorie de la conception des paramètres de l'actionneur et on a confirmé l'efficacité de l'actionneur électromécanique introduit, comme on a montré que l'introduction des trois actionneurs dont un est attaché à l'extrémité du tablier et les deux autres à l'extrémité du pylône permettent d'amortir le premier mode vertical, les deux premiers modes horizontaux et le mode de balancement. On a aussi observé une bonne similitude entre les résultats numériques et expérimentaux. Mais, dans le contrôle semi-actif on a seulement pu valider l'avantage de rendre l'efficacité de l'actionneur indépendante de l'évolution de la structure.

### Prespectives

Pour compléter les résultats obtenus et répondre aux questions posées par ces derniers, un certain nombre de travaux sont à envisager :

Expérimentalement, on souhaite améliorer la validité de la loi de contrôle semi-actif destinée à être utilisée pour des ponts en construction ou des ponts qui sont soumis à différents types d'excitations, deux pistes peuvent être explorées :

- choisir un autre alternateur qui produise plus de courant pour des petites vitesses de rotation,
- diminuer la résistance interne de la carte.

Une première étape à évaluer après l'amélioration expérimentale, est la mise en oeuvre de la loi de contrôle grâce à une analyse modale en ligne.

On souhaite évaluer expérimentalement l'écart entre la loi de contrôle semi-actif introduit dans cette étude à des lois de contrôle actif.

On souhaite, aussi, mettre en oeuvre expérimentalement la loi de contrôle semi-actif pour amortir différents types d'excitations et amortir différents modes en agissant sur un mode particuliers à chaque instant dans l'esprit de la méthode de MIMSC.

Enfin, on souhaite faire la conception de cet actionneur électromécanique pour un vrai pont et l'industrialiser.