

## Développement d'un actionneur hybride pour des conditions aux limites enrichies

### Projet Scientifique

Les évènements récents survenus au Japon et plus généralement dans le monde ont clairement montré la nécessité et l'importance de considérer le risque sismique comme un facteur de risque à part entière dans l'évaluation structurale des ouvrages neufs ou existants, qu'ils soient civils ou nucléaires. Pour apporter des éléments de réponse à cette problématique, Le CEA, EDF, l'Ecole Centrale de Paris, l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, et le CNRS ont créé l'Institut SEISM "Seismology and Earthquake engineering for rISk assessMent Paris-Saclay Research Institute" dans le cadre de l>IDEX de Paris-Saclay.

Le risque sismique est une préoccupation importante lors du dimensionnement des structures aussi bien à risque normal qu'à risque spécial. Pour fournir une prédiction précise du comportement pour des niveaux de chargement de "design" mais également "accidentels", des modèles numériques pertinents de la structure doivent être développés - tant au niveau de la géométrie souvent complexe, que du comportement des matériaux, des diverses non-linéarités pouvant apparaître et des interactions entre la structure et son environnement. Pour valider les différentes géométries et modèles retenus, des essais de qualifications sont aujourd'hui toujours nécessaires. Certains sont alors réalisés sur des composants élémentaires, tandis que la plupart exigent de tester la structure dans son ensemble.

Pour contourner les différentes barrières techniques et financières associées aux essais sismiques sur structures à grande échelle, l'idée la plus simple est de ne tester que des maquettes (à échelle réduite) ou des éléments de structures de taille réelle mais soumis à des chargements simplifiés. D'un point de vue industriel, la réduction de la taille et de la complexité des maquettes présente plusieurs avantages comme la réduction de la durée des essais, l'accroissement de la flexibilité (possibilité de tester plusieurs configurations, plusieurs prototypes, ...) et la possibilité de modéliser de manière plus fine et réaliste ceux-ci. Néanmoins, la réduction de la taille et la simplification des conditions aux limites peut avoir des conséquences non-négligeables, peu quantifiables et mal connues, sur la représentativité des essais développés. L'amélioration des installations expérimentales actuelles nécessite alors de rendre le plus de réaliste possible les conditions aux limites appliquées aux structures testées tout en proposant un meilleur contrôle du processus d'endommagement de celles-ci au cours de l'essai.

Pour répondre à l'ensemble de ces questions, une solution consiste à envisager de réaliser des essais hybrides. L'idée principale est alors de ne tester que la partie la plus sensible de la structure (où les non-linéarités seront les plus fortes par exemple) et de simuler numériquement la réponse du reste de la structure, supposée "bien connue". Il est alors envisageable de ne tester que des éléments de structures grandeur réelle en conservant les avantages de la modularité et des faibles coûts d'un essai sur maquette mais sans les inconvénients d'une mauvaise prise en compte de l'environnement de celle-ci. Les développements actuels des essais hybrides sont orientés vers des essais sous-structurés mettant en jeux des corps d'épreuve "simples". On peut cependant envisager vouloir et pouvoir tester des éléments de structures plus "complexes", tels des structures à murs porteurs sollicités en cisaillement, extrait par exemple d'un bâtiment complet soumis à un séisme. Il est alors nécessaire d'aller vers des essais hybrides en temps réel et/ou dilaté. Le problème des essais sur voiles en cisaillement est alors d'avoir un chargement le plus représentatif possible du reste de la structure, ce qui impose de pouvoir appliquer la bonne répartition d'effort sur celui-ci. Cet aspect là est aujourd'hui négligé et souvent un seul effort (en tête de voile) est appliqué. Ce dispositif est évidemment loin de représenter des conditions aux limites réalistes.

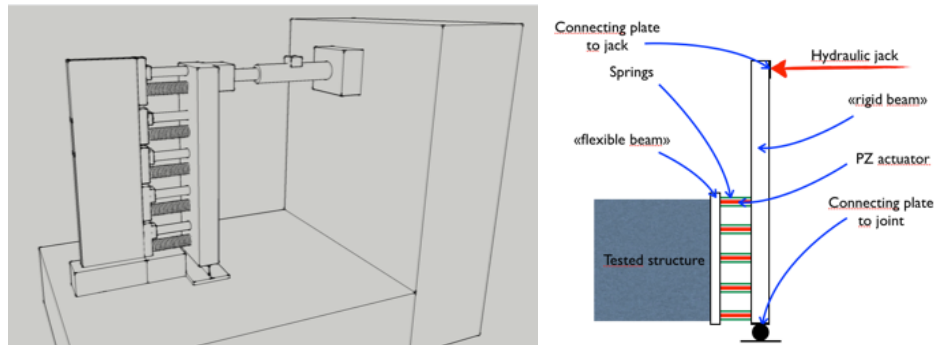


Figure 1 - Schéma de principe de l'actionneur hybride envisagé

## Travail demandé

L'objectif final du projet est de développer un dispositif d'interface dont le principe est décrit sur la figure 1 ainsi que toute la chaîne de commande associée à celui-ci. Cette interface se positionne entre le vérin hydraulique, les actionneurs piézo-électriques et la structure testée. Sa fonction est de transmettre l'effort – ponctuel – du vérin hydraulique aux frontières de la structure testée par l'intermédiaire de petits, mais multiples, actionneurs piézo-électriques pour en faire une charge répartie plus représentative de la réalité du chargement réel extrait de la simulation numérique du reste de la structure. Le "design" de l'élément d'interface (répartition spatiale des piézo-électriques ainsi que les formes des différents composants) devra être optimisé pour reproduire au mieux le premier mode propre du mur testé. Une attention particulière sera aussi portée sur le dimensionnement et la répartition des actionneurs piézo-électriques – intrinsèquement discrets – pour assurer finalement un chargement le plus réparti possible.

Afin d'en étudier la pertinence et la faisabilité, nous proposons de développer une interface prototype ne comportant qu'un seul vérin et une seule cellule piézo-électrique. Ceci nous permettra de commencer à développer les outils de contrôle nécessaires à l'utilisation d'un tel moyen d'essai. Le travail envisagé – sur la période d'une année de post-doc – sera découpé comme suit :

- Etude bibliographique
- Dimensionnement de l'interface "mécanique"
- Elaboration d'une stratégie de pilotage du couple vérin hydraulique/actionneur piézo-électrique
- Réalisation d'un démonstrateur

## Compétences recherchées

Un goût pour les méthodes expérimentales qui seront complétées par quelques simulations numériques permettant de dimensionner l'interface "mécanique".

## Contact

Fabrice Gatingt : [fabrice.gatingt@ens-cachan.fr](mailto:fabrice.gatingt@ens-cachan.fr)