

# Réduction des vibrations de soupapes de sécurité GRISS par un batteur dynamique

N. Brie, E. Luzzato, J.-L. Lottiaux (EDF / R&D / AMA),  
A. Le Bot, E. Rigaud (École Centrale de Lyon / LTDS)

## Contexte

Les soupapes de sécurité GRISS ont un rôle déterminant dans la sûreté d'une centrale nucléaire. Elles équipent la tuyauterie en sortie des générateurs de vapeur du parc nucléaire d'EDF. Elles permettent d'évacuer la vapeur en cas de pression anormalement élevée. Pour cela, la tige de commande se soulève lorsque la pression devient supérieure à la précontrainte exercée par le ressort de compression, elle est alors guidée par les deux bagues du fourreau.

En fonctionnement normal, les soupapes sont soumises à des excitations dynamiques au niveau de leur base, dues aux vibrations de la tuyauterie qui les supportent. Il en résulte des mouvements différentiels entre la tige et ses bagues de guidage, qui peuvent entraîner des chocs entre ces deux composants. Les bagues, réalisées dans un matériau moins dur que la tige, s'usent alors prématurément et le

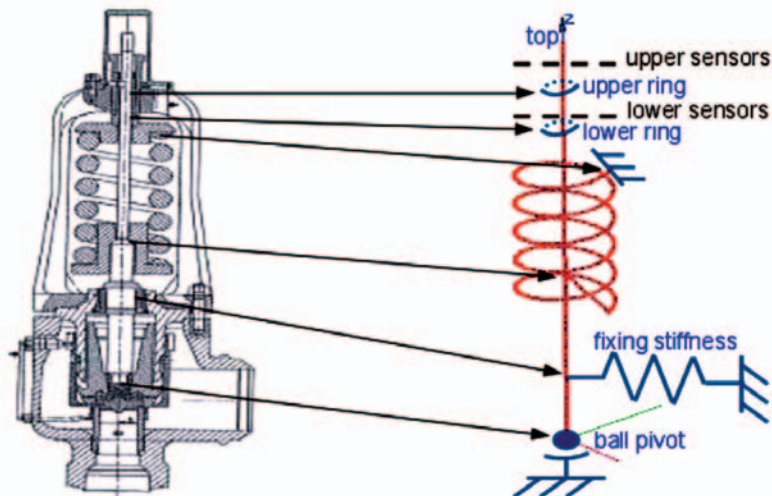


Figure 1 : Schéma de la soupape réelle et modèle éléments finis.

guidage de la tige n'est plus garanti par le fournisseur. Il faut alors procéder à un remplacement anticipé du fourreau, ce qui génère des coûts de composants, de main d'œuvre et de procédure d'intervention. Afin d'espacer les opérations de maintenance, un batteur dynamique a été envisagé. Il doit réduire les vibrations de la tige et par conséquent l'usure des bagues.

## Modélisation numérique

Sa conception a nécessité l'élaboration d'un modèle numérique simplifié du comportement dynamique d'une soupape GRISS (fig. 1).

Le modèle est recalé d'abord en configuration linéaire grâce à une analyse modale expérimentale menée sur une soupape à l'échelle 1 dans les laboratoires du département AMA.

Il permet de retrouver avec une bonne précision les modes propres de la tige (par exemple le premier mode à 35 Hz et le troisième vers 640 Hz) ainsi que la densité de modes d'ensemble {tige, plateau, ressort} sur la bande [200 – 300] Hz. Le modèle est ensuite étendu en dynamique transitoire au cas non linéaire avec la prise en compte des chocs entre la tige de commande et ses bagues de guidage.

# Réduction des vibrations de soupapes de sécurité GRISS par un batteur dynamique

N. Brie, E. Luzzato, J.-L. Lottiaux (EDF / R&D / AMA), A. Le Bot, E. Rigaud (École Centrale de Lyon / LTDS)

Le calcul est réalisé par une excitation de type sismique, avec projection sur une base modale. Celle-ci est enrichie de déformées statiques pour mieux représenter les chocs, traités par pénalisation. La raideur de pénalisation introduite est estimée par un calcul analytique de type contact de Hertz, confronté à un calcul de contact avec une modélisation volumique d'une portion de tige et d'une bague. Un décentrage des bagues adapté à chaque fourreau permet de retrouver par le calcul l'allure des trajectoires mesurées de la tige (fig. 2), ainsi que la densité spectrale de puissance.

## Conception du batteur

Le batteur dynamique (fig. 3) est alors développé en respectant notamment certaines contraintes de masse et de compacité.

Contenant une couche d'élastomère viscoélastique aux fortes performances d'amortissement, il permet d'atténuer une large bande de fréquences sans créer de nouvelle résonance. Grâce à un réglage de la masse mobile, il est possible d'ajuster la fréquence centrale d'amortissement en fonction des différentes configurations de montage du fourreau et d'excitation rencontrées.

Une méthode simplifiée pour prendre en compte l'ajout du batteur au système initial est présentée, dans laquelle le batteur est représenté par un système à un degré de liberté.

Les calculs numériques en linéaire puis en non linéaire montrent l'efficacité de ce dispositif en terme vibratoire. Une première campagne expérimentale en laboratoire a confirmé la réduction de l'usure des bagues de guidage. Afin de valider in situ ces résultats, le batteur sera installé en 2010 sur un échantillon de quelques soupapes de la centrale de Chooz, en vue d'un déploiement industriel sur le parc 1450 MWe.

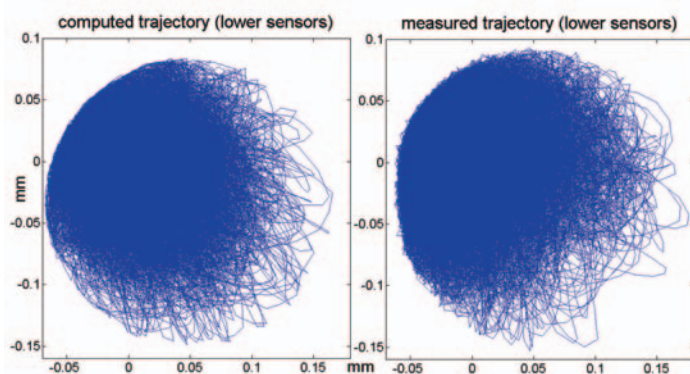


Figure 2 : Trajectoires de tige calculées et mesurées.

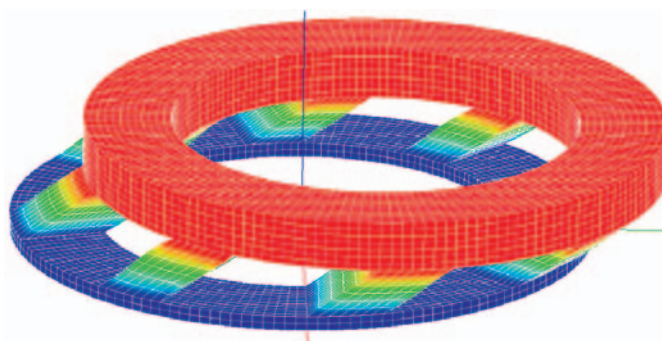


Figure 3 : Déformée du premier mode du batteur.