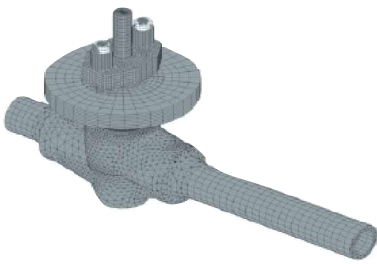


# Modélisation de la manœuvre d'un robinet à soupape

F. Curtit, D. Hersant (EDF R&D/IMMC)

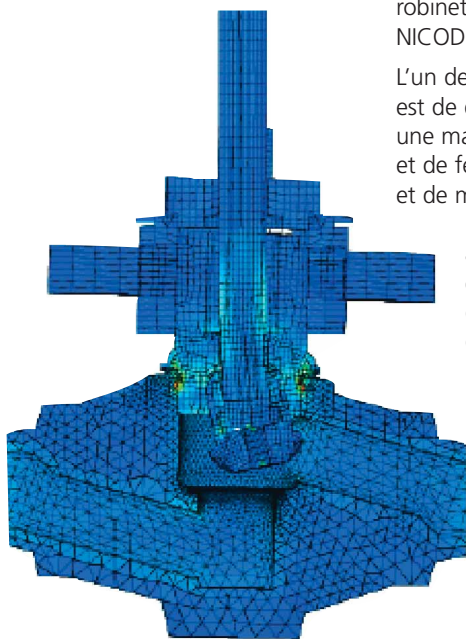
Figure 1 : Effet de l'écoulement sur l'ensemble tige-clapet : maillage, vitesses d'écoulement, déformée de la structure



En 2003, la robinetterie représentait 10% à 12% du coût de maintenance sur le Parc dont la moitié approximativement est imputable à des problèmes de manœuvre. Cela justifie un effort important dans un domaine en évolution rapide : EDF cherche à élargir son panel de fournisseurs dans un marché du nucléaire de moins en moins porteur.

Se doter de nouveaux outils de simulation permet d'anticiper ces problèmes et de conserver un bon niveau de qualité des appareils de robinetterie, but du projet NICODEME.

L'un des objectifs du projet est de décrire entièrement une manœuvre d'ouverture et de fermeture d'un robinet et de mettre en relief les problèmes potentiels à chaque étape. Ceci est testé sur le cas d'un robinet à soupape de diamètre nominal 50 mm.



## Chaînage des calculs fluide-mécanique

Des calculs fluides sont menés à l'aide du Code\_Saturne pour simuler l'ouverture sous différence de pression entre l'amont et l'aval, en conditions thermodynamiques représentatives des centrales. Le champ de pression obtenu sur la paroi est introduit comme condition aux limites du calcul de structure. Le chaînage est réalisé avec le formalisme des fichiers MED.

Un calcul de la structure au point le plus pénalisant de la manœuvre (maximum de cavitation) a été effectué à partir des pressions issues du Code\_Saturne. Les champs de déplacements et de contraintes obtenus sont cohérents avec les observations expérimentales. Le code permet de déterminer la force à exercer sur la tige pour la mettre en mouvement, ce qui symbolise l'action du servomoteur.

À chaque étape de la manœuvre, la valeur des forces fluides sur la tige donne lieu à une validation expérimentale sur une

maquette en plexiglas installée sur la boucle de cavitation en eau froide MODULAB. Le principe est d'utiliser la tige du robinet comme un instrument de mesure du torseur des efforts fluides. Pour cela cette tige est usinée et instrumentée à l'aide de jauges de déformation. La position des jauges et la forme de la tige sont optimisées à l'aide de Code\_Aster.

## Etude de sensibilité du guidage

Une mauvaise estimation du chargement de la tige, de l'action de la garniture ou du jeu fonctionnel avec la bague de guidage peuvent conduire à un grippage. La variabilité de ces éléments complique la prédiction d'une défaillance. On simule avec Code\_Aster le système de la tige, sa garniture d'étanchéité et la bague de guidage dans une position donnée. Plusieurs maillages et options de représentation du contact sont essayés jusqu'à obtenir un calcul de la pression de contact entre tige et bague assez robuste devant cette variabilité.

# Modélisation de la manœuvre d'un robinet à soupape

F. Curtit, D. Hersant (EDF R&D/IMMC)

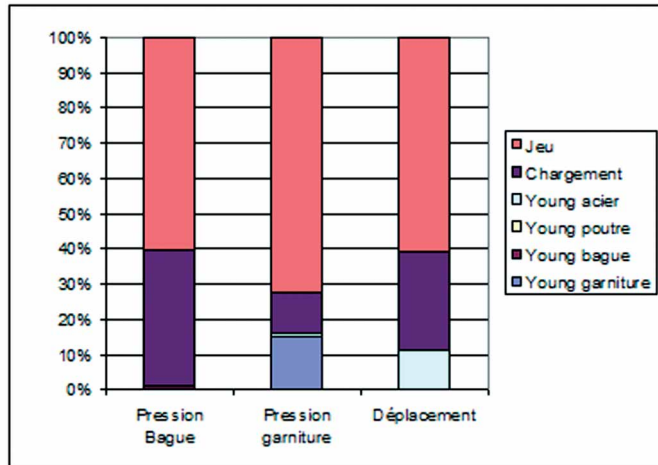


Figure 2 : Contributions (indices de Sobol) des principales données d'entrée aux grandeurs caractéristiques du contact sur la tige

La théorie des éléments finis stochastiques non intrusifs nous permet alors de quantifier les contributions à la pression de contact des 6 variables aléatoires choisies, de distributions données, ceci en se limitant à quelques dizaines de calculs Aster indépendants, définis et exécutés par script.

L'interprétation, en terme d'endommagement ou de grippage, de la pression de contact au bord de la bague reste encore un problème à explorer expérimentalement.

## Le mouvement frottant de la tige

Si la vitesse de déplacement – constante, de l'ordre du millimètre par seconde – permet de négliger les effets d'inertie, l'étude d'une seule position bien choisie est plus difficile à justifier.

Elle est essentiellement imposée par la longueur des calculs, notamment la simulation d'écoulement. Dans le solide, c'est au niveau de l'interaction entre tige en mouvement, bague et garniture que la modélisation paraît la plus difficile.

On simule avec Code\_Aster le contact frottant en grands déplacements et le contact glissière entre les pièces, tout en considérant les efforts variables du fluide sur le clapet et les distorsions d'origine thermomécanique de l'assemblage. On peut comparer les résultats de calcul aux résultats des bancs d'essais de garniture. Après un recalage du coefficient de frottement à l'interface tige/garniture, on retrouve l'ordre de grandeur des efforts de frottement prédits par la simulation. Une validation expérimentale plus précise nécessite un important travail sur le comportement du graphite comprimé matériau principal de la garniture.

## Perspectives

D'ici 2008, le projet NICODEME réalisera la modélisation de la manœuvre ainsi que l'étude d'un nouveau robinet à soupape au guidage différent, destiné à l'EPR. Les résultats obtenus autour du presse-garniture seront si possible intégrés à cette dernière étude.

Dans une perspective de plus long terme, nous travaillons dès à présent à la modélisation et l'identification du matériau graphité de joint et de garniture, à la description de l'accostage et du maintien de l'obturateur, ainsi qu'à l'intégration de tels développements dans une description analytique plus efficace qu'un modèle unique d'éléments finis tridimensionnels.

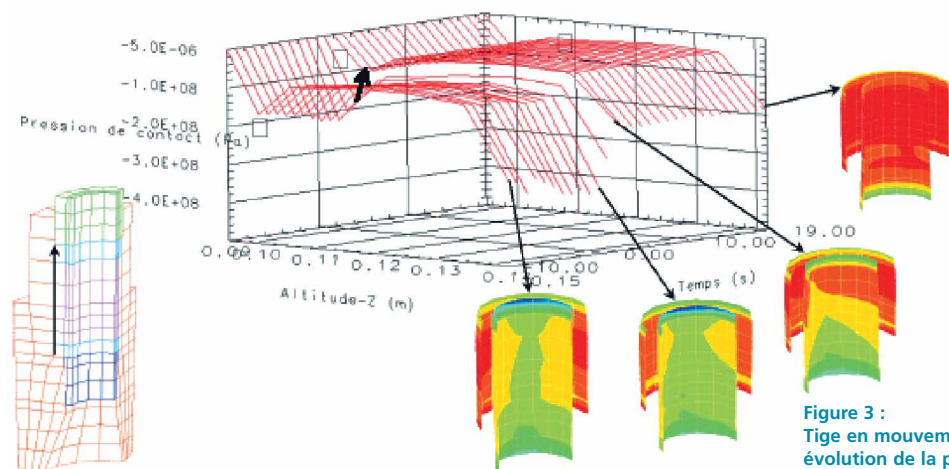


Figure 3 : Tige en mouvement : évolution de la pression de contact au niveau de la garniture