



## Journées 2013 du groupe SHF « cavitation et machines hydrauliques »

### « Cavitation et machines hydrauliques » et « entrée/sortie d'air des conduites » 5-6 juin 2013 à Grenoble



#### Compte-rendu



**Régiane Fortes-Patella (LEGI)**  
Organisatrice des journées 2013

**Antoine Archer (EDF – R&D)**  
Co-animateur du groupe de travail



Le groupe « cavitation et machines hydrauliques » de la division « Hydrotechnologies et Mécanique des fluides » de la SHF a organisé 2 jours de conférences à Grenoble les 5 et 6 juin 2013, accueillies par l'Institut Polytechnique de Grenoble (ENSE3) et le laboratoire LEGI.

Une centaine de participants, venant non seulement de France et de Suisse francophone, mais aussi d'Allemagne (Munich, Darmstadt, Bochum), de Slovénie et du Japon sont venus assister à 9 sessions regroupant un total de 35 présentations.

Les éditions précédentes de ces journées (en juin 2011 à Lausanne, en octobre 2009 à Chatou et en mai 2008 à Lille) avaient rassemblé significativement moins de participants (de 50 à 75 environ). La localisation à Grenoble, à proximité d'industriels de l'hydraulique est sans doute l'une des raisons de ce succès.

Les participants rassemblaient acteurs académiques et acteurs industriels (fabricants de pompes et de turbines, installateurs, exploitants de réseaux hydrauliques et de barrages, bureaux d'études, centre technique...).

La fourniture d'un résumé et/ou une inscription par mél étaient seules requises pour la participation à ces journées. Ce congrès a bénéficié du soutien de l'Association Française de Mécanique, de l'Institut Polytechnique de Grenoble et du laboratoire d'accueil en charge de l'organisation (le LEGI), d'ALSTOM et d'EDF pour les pauses-café et les déjeuners. Après la réunion, il a été demandé aux présentateurs de fournir si possible une copie de leurs transparents pour une mise à disposition sur le site de la SHF. En fin de conférence, un encouragement à publier dans la Houille Blanche a également été exprimé.

Outre les traditionnels thèmes de la cavitation et des machines hydrauliques, cette session 2013 était également consacrée aux problèmes liés à l'entrée/sortie d'air dans les réseaux d'eau.

Voici rapidement et sans prétendre à l'exhaustivité, quelques points particuliers parmi les présentations de ces deux journées :

- Dans le domaine des turbines hydrauliques, ALSTOM a fait deux présentations sur la simulation des fluctuations de pression à charge partielle, y compris le couplage avec le comportement hydraulique de l'aspirateur, validée par des mesures de pression et de vitesse en sortie de roue, très résolues spatialement et temporellement.
- Sur les pompes, le CETIM a montré que la simulation numérique arrivait à reproduire le comportement de pompes dans les 4 quadrants, tout en notant que les effets de la cavitation à grand débit et de fuites internes n'avaient pas été modélisés et pouvaient expliquer les quelques écarts avec les données d'essais. Des mesures PIV en sortie d'une roue centrifuge « standard », la pompe dite « SHF », en présence de diffuseur lisse ou aubé, se poursuivent à Lille. Les différents essais hydrauliques menés sur la maquette à l'échelle 1/10 de la station de pompage de l'EPR Flamanville 3 ont été présentés par EDF Chatou. La détermination des niveaux d'eau et des débits conduisant à l'apparition de vortex, la description des écoulements, le comportements des sédiments, des algues et de colorants ont fait l'objet d'essais à échelle réduite et ont permis d'optimiser le génie civil et d'améliorer les connaissances sur des comportements encore difficilement accessibles par la simulation.

- Sur les entrées d'air et sorties d'air des conduites, quelques présentations ont rappelé les connaissances d'ingénierie, pour les réseaux d'eau potable ou d'assainissement. Un constructeur de « ventouses », c'est-à-dire de dispositifs d'aéragage, de désaéragage et/ou de purge d'air d'une conduite, a permis à chacun de se familiariser avec ce domaine, tout en vantant les mérites et la nécessité de ses produits, principalement utilisés dans les réseaux d'eau potable et les réseaux d'assainissement. Cette présence d'air dans les tuyauteries a été abordée principalement par le biais de ses effets sur les transitoires hydrauliques et en particulier sur les coups de bélier. M. Frangin a rappelé que la présence d'une ventouse sollicitée lors de régimes transitoires modifiait la réponse du circuit aux coups de bélier, pas toujours forcément dans le sens d'une surpression moindre (en s'appuyant sur son expérience et des simulations avec Cebelmail), et a donc insisté pour se réapproprié les règles de l'art pour un bon dimensionnement. La théorie des entrées - sorties d'air par les ventouses, en distinguant selon que l'écoulement gazeux était bloqué (sonique) ou non, a d'ailleurs été rappelée. M. Nicolet a présenté une prise en compte de la présence d'air dans le code système issu de l'EPFL.

Toujours dans le domaine des transitoires hydrauliques, mais pas nécessairement en présence d'air, EDF DTG a présenté sa stratégie de surveillance des conduites forcées et a évoqué rapidement ses outils d'analyse hydroacoustique développés par un laboratoire de l'INPG.

Enfin, M. Lecoffre a présenté une étude d'un siphon curieusement appelé « à dépression maximum », c'est-à-dire qu'il crée automatiquement un vide dans la conduite située à l'aval, ce qui permet d'éviter tout entraînement d'air après que l'amorçage ait été effectué. Le fonctionnement de ce type de siphon est dépendant de conditions d'écoulement en aval (vitesse critique d'entraînement d'air et effet de dégazage). Ce dispositif permet d'éviter des dysfonctionnements dus au passage intempestif de poches d'air dans les turbines alimentées par une telle conduite. Ce dispositif ingénieux est rarement utilisé.

- Des techniques expérimentales novatrices comme la PIV à rayons X ont été présentées. En effet, la mesure de vitesses liquides par les méthodes optiques classiques est très délicate pour des écoulements diphasiques pour lesquels le rayon lumineux est dévié à chaque traversée d'interfaces.

Des expériences « simples » d'écoulement cavitant font toujours l'objet d'études, avec des instrumentations variées (capteurs de pression instationnaires, traitements d'image, capteurs PVDF, ...). Des expériences sur des Venturi, des profils bidimensionnels, des marches descendantes ont été notamment présentées. Cette permanence de cas tests sur des géométries aussi simples à première vue peut étonner le néophyte, mais il faut y voir le signe que la physique de la cavitation n'est pas encore maîtrisée.

- La modélisation de la cavitation par l'approche homogène suscite toujours des recherches actives. Les approches possibles (loi barotrope ou équation de transport de taux de vide) ne semblent pas se différencier facilement selon les travaux de NUMECA. La modification de la turbulence par la cavitation suscite également toujours des interrogations sur les meilleurs modèles à choisir, issues de la modélisation monophasique.

- 2 sessions portaient sur l'érosion de cavitation.

Les simulations numériques de l'université de Munich, à l'aide d'un code compressible en fluide parfait, instationnaire, permettent d'accéder directement au chargement en pression à la paroi. Les spectres des pics de pression sont ainsi calculés et dépassent le GPa ( $10^9$  Pa). Les cas d'applications présentés ont été des injecteurs Diesel et la boucle PREVERO du LEGI.

L'approche numérique est aussi privilégiée par la thèse menée au LEGI pour proposer un modèle de chargement de la paroi à partir des simulations numériques de l'écoulement cavitant. De nouvelles propositions pour la prise en compte de la teneur en gaz dissous et de la tension superficielle sont en cours de test, dans le cadre d'un modèle homogène.

Toujours au LEGI et en partenariat avec un autre laboratoire grenoblois dédié aux matériaux (SIMaP), à la fois des essais de revêtements polymères et des modélisations matériau font l'objet de deux thèses.

A l'université de Ljubljana, les tentatives visant une visualisation directe de l'implosion des structures de vapeur et des déformations résultantes de la paroi ont été présentées. Ces premières visualisations sont prometteuses, même si elles souffrent encore d'une résolution temporelle de la caméra rapide insuffisante. Cette approche directe permettra-t-elle d'identifier à moyen terme les mécanismes précis de la formation d'une indentation ?

En espérant que ce bref résumé puisse rendre compte de la richesse des présentations et des questions associées, ces journées « cavitation et machines hydrauliques » de la SHF nous ont paru fort fructueuses et nous invitent à envisager leur prochaine édition, d'ici 18 mois à 2 ans dans un lieu restant encore à définir.