

# LA TECHNIQUE DES FLUIDES

La lettre d'information du Centre d'Etudes et de Recherches de Grenoble de GEC ALSTHOM ACB

Avril 1995 - n° 6

## EDITORIAL

L'innovation technique est certainement l'une des bases de l'évolution de votre entreprise et c'est, en particulier, une nécessité pour augmenter vos parts de marché le plus rapidement possible. Par contre, il est indispensable que toute nouvelle technologie soit totalement maîtrisée avant son lancement sur le marché.

Or, l'élaboration d'un produit industriel est une étape difficile et souvent longue dont la réussite dépend de la qualité du travail de développement. Pour cela, il est nécessaire de s'assurer l'accès aux compétences des meilleurs spécialistes pour choisir et valider les solutions répondant aux objectifs du cahier des charges du produit.

Le CERG peut vous aider par ses compétences multidisciplinaires dans les phases de conception ou de qualification d'une technologie ou d'un produit et vous faire gagner un temps précieux :

- en vous apportant des solutions qui vous éviteront de réinventer ce qui peut être acquis par analogie avec des solutions existantes,
- en validant vos idées novatrices pour les consolider,
- en positionnant les différentes solutions par rapport au besoin.

Nous sommes disponibles pour vous accompagner dans l'évolution de votre activité en vous aidant à concrétiser vos projets et à minimiser les risques de développement de vos innovations.

M. VISCONTI

## L'ANALYSE TEMPS-FRÉQUENCE COMME OUTIL DE DIAGNOSTIC VIBRATOIRE.

A l'occasion d'un diagnostic vibratoire mené par le CERG sur une grosse turbomachine de production d'électricité, l'analyse temps-fréquence a été utilisée à deux niveaux :

- transformée de FOURIER-court-terme (appelée aussi «spectrogramme») afin de visualiser les apparitions d'instationnarités dans le signal ainsi que leur évolution lente,
- transformée de WIGNER-VILLE. Concrètement, c'est la transformée PSEUDO-WIGNER-VILLE-LISSEE (PWVL) que nous utilisons. Elle permet d'observer des évolutions fines dans les instationnarités de signal.

Le logiciel de transformée «PWVL» a été développé récemment au CERG par nos spécialistes en traitement du signal sur notre plateforme de mesures multivoies.

Dans la démarche du diagnostic, l'utilisation de la transformée temps-fréquence permet ainsi d'émettre de nouvelles hypothèses ou, au contraire, d'en éliminer en ce qui concerne l'origine et le mode de transfert des vibrations. Elle fournit, en effet, les données chiffrées sur les évolutions rapides :

- des amplitudes
- des fréquences
- des temps d'apparition des événements.

## Sommaire :

- Editorial p1
- L'analyse temps-fréquence p1
- L'optimisation des prises d'eau des stations de pompage p2
- Retombées de nos interventions chez nos clients : Gare de Monaco, EDF p3
- Sortie de REGULSIM 2.01 p3
- On en parle dans la presse : WCRR'94 p3
- Analyse de données au service des développements p3
- La communication du mois : Les techniques de visualisation (dernière partie) p4

**Cette année encore, le CERG sera présent au salon Industrie et Silence qui se tiendra du 20 au 22 juin 95 au Palais des Congrès, Porte Maillot à Paris.**

## L'OPTIMISATION SUR MAQUETTES DES PRISES D'EAU DES STATIONS DE POMPAGE

De nombreuses implantations industrielles comportent des stations de pompage.

Les prises d'eau d'ouvrages de ces stations ont fait l'objet de nombreuses études spécifiques et ont conduit à l'élaboration de règles ou recommandations permettant d'éviter des erreurs grossières de conception.

Cependant, la grande diversité géométrique ou fonctionnelle des aménagements, l'impossibilité de respecter totalement les recommandations habituelles, l'optimisation des dimensions pour réduire les coûts et la validation de la conception et des tracés conduisent, dans la quasi totalité des cas, à réaliser des essais sur maquette à échelle réduite, en particulier pour l'ensemble de l'ouvrage d'aménage et de prise d'eau.

Les objectifs minimum à atteindre sont les suivants :

- absence de vortex et d'entraînement d'air à l'entrée des pompes,
- profil de vitesse homogène dans la tulipe d'aspiration et fluctuations réduites,
- absence de prérotation à l'entrée de la pompe.

### Etudes expérimentales

Les phénomènes à analyser sont sous la dépendance des lois de similitude définies par les nombres de Froude, de Reynolds, de Weber, qu'il n'est pas possible de respecter simultanément.

De nombreuses études ont montré que les modèles en similitude de Froude représentent correctement les phénomènes sous réserve d'une valeur suffisante des nombres de Reynolds et de Weber.

De ce fait, les études de prises d'eau sont réalisées sur des maquettes à des échelles qui peuvent être de l'ordre du 1/20 suivant les dimensions de l'installation réelle, mais il est recommandé d'utiliser des maquettes les plus grandes possibles.

La plate-forme expérimentale comporte des faces transparentes

facilitant les visualisations, les parties sensibles de l'ouvrage nécessitant des observations particulières sont également réalisées en matériaux transparents.

Les différentes observations et mesures effectuées pour valider ou corriger le projet sont tout d'abord réalisées au niveau de la surface libre, pour analyser les effets de sillage d'éventuels obstacles amont et caractériser l'état de la surface libre.

Les analyses sont également réalisées au niveau de l'approche de l'écoulement vers les tulipes de pompes, en contrôlant les vitesses d'approche ainsi que les dissymétries éventuelles, les risques de création de tourbillons, visualisables au moyen de colorant (fig. 1), et de vortex établis qui sont les phénomènes les plus graves et qui doivent, bien sûr, être éliminés.

Une attention particulière est également portée aux écoulements au niveau même des tulipes d'aspiration de pompes avec :

- la visualisation des prérotations avant l'entrée de pompes, par injection de colorant, fils de laine... (fig. 2),
- la mise en évidence d'un éventuel vortex cavitant en fond de bassin particulièrement préjudiciable au fonctionnement de la pompe et source de bruit (lié au collapse des bulles), de chute des performances (par obstructions partielles des canaux interaubes et modification de l'écoulement et de la hauteur engendrée), de vibrations, d'érosion et de dégradation du matériau dues au collapse des bulles et aux ondes de choc qui en résultent dans le liquide et dans le métal.

D'autres mesures, effectuées au moyen d'un vorticimètre, permettent de quantifier la prérotation résiduelle de l'écoulement qui, si elle est trop importante, peut modifier la qualité de l'écoulement en entrée de pompe et les caractéristiques attendues de la pompe.

### Conclusion

La définition d'une architecture hydraulique répondant au mieux aux objectifs spécifiques d'un projet et la qualification sur maquette pour assurer l'optimisation du fonctionnement dans tout le domaine d'exploitation doivent être confiées à une équipe de spécialistes possédant les compétences et les moyens adéquats.

Le Centre d'Etudes et Recherches de Grenoble possède l'expérience et les moyens expérimentaux adaptés pour assurer la bonne maîtrise de telles études.

Ces études concernent naturellement les projets nouveaux mais également l'amélioration d'installations existantes (réhabilitation, suppression de dysfonctionnements critiques, augmentation de capacité...).

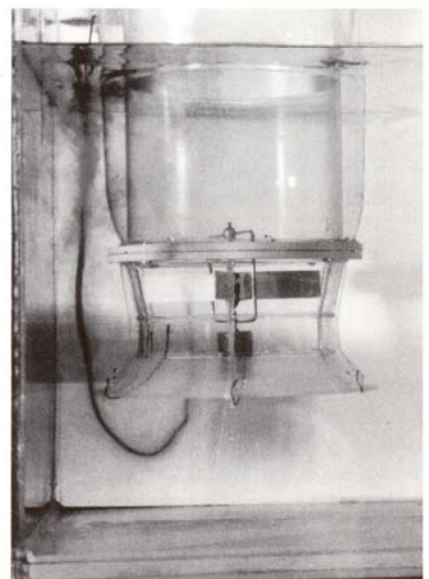
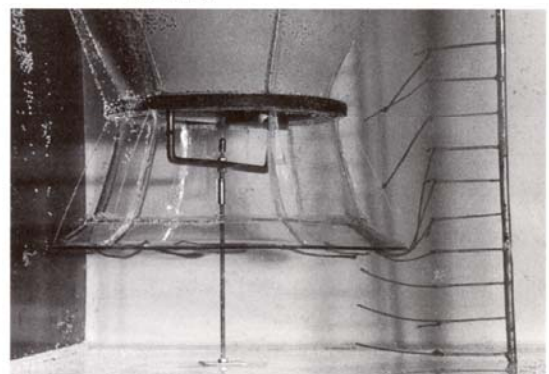


Fig 1 : Visualisation d'une torche.

Fig 2 : Visualisation des écoulements par fils de laine.



## RETOMBÉES DE NOS INTERVENTIONS CHEZ NOS CLIENTS

### La future gare souterraine de la Principauté de Monaco.

Le CERG a réalisé l'étude sur maquette des problèmes dynamiques et aérodynamiques de la future gare souterraine de Monaco pour le compte de la SNCF, qui assure la maîtrise d'oeuvre générale du projet.

L'étude a permis premièrement de déterminer les effets néfastes induits par la circulation des trains (courants d'air) et d'y porter remède pour assurer aux usagers un plus grand confort sur les quais et dans les couloirs de liaison de la gare.

Dans un deuxième temps, l'étude a porté sur la sécurité et a permis de déterminer :

- les scénarii de désenfumage en

situation d'incendie afin d'assurer l'évacuation des usagers en toute sécurité;

- les scénarii de ventilation nécessaires afin de limiter les risques correspondant à une éventuelle fuite de gaz lourd sur un wagon de marchandise transitant par la gare.

### Procédé de destruction de moules d'eau douce parasites.

Le CERG a réalisé pour le compte d'EDF SEPTEN une étude destinée à la mise au point d'un procédé visant à empêcher le développement de végétaux (larves de moules d'eau douce) dans certains ouvrages d'aménage d'eaux de refroidissement.

La spécificité de ce besoin résidait en partie dans l'exigence d'utiliser dans le procédé un agent biocide ne présentant aucun rejet toxique. Le traitement choisi repose sur l'utilisation d'eau chaude qui présente des caractéristiques létales pour les végétaux, dès lors qu'un couple de conditions est respecté (durée d'exposition et température).

L'étude a combiné les trois types d'approches couramment utilisées au CERG : théorique, numérique et expérimentale.

## ON EN PARLE DANS LA PRESSE

Rail et Recherche, la revue technique de la recherche SNCF, a consacré son numéro de janvier 95 au WCRR, Congrès Mondial de la Recherche Ferroviaire qui s'est tenu à Paris en novembre 94.

Un large retentissement a été accordé aux travaux menés par le CERG sur le bruit aérodynamique des TGV et plus particulièrement ses techniques d'étude sur maquette à échelle réduite plongée dans une soufflerie à eau.

Le CERG mène actuellement une étude pour appliquer l'Analyse en Composantes Principales (ACP) à l'exploitation de résultats d'essais et de calculs. Cette méthode d'analyse des données a été jusqu'ici utilisée dans d'autres contextes comme celui des enquêtes d'opinion ou des recherches menées, par exemple, en pharmacologie.

L'ACP permet de traiter des séries

de données de natures diverses (hydraulique, thermique, vibratoire,...) et de mettre en évidence les tendances physiques majeures les gouvernant.

Les possibilités de cette méthode au travers d'exemples concernant les machines tournantes seront détaillées dans le prochain numéro (vibrations de pompes axiales, comportement d'un palier de butée de turbine 600 MW).

## Sortie du logiciel REGULSIM 2.01

REGULSIM 2.01 est un outil didactique destiné à la formation et à l'enseignement des notions de régulation et d'asservissement. Il permet de tester sans risque toute combinaison possible des paramètres de régulation pour analyser ensuite la réponse du système et les différentes incidences sur le procédé.

Tout comme un banc didactique permettant de réaliser des travaux pratiques, REGULSIM 2.01 favorise la découverte et la compréhension rapide des notions de base des cours de régulation.

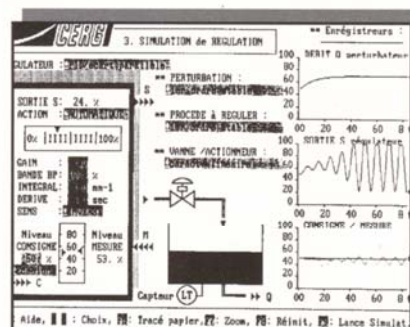
REGULSIM 2.01 permet de simuler différents types de régulations sur des procédés stables ou instables du premier ou du deuxième ordre. Cette simulation permet d'observer

l'évolution dans le temps de systèmes en boucle ouverte ou en boucle fermée.

Des enregistrements sont représentés à l'écran, traçant l'évolution des signaux de sortie du régulateur, de la consigne et de la mesure et de l'incidence des perturbations extérieures. Ces graphiques peuvent ultérieurement être dessinés sur table traçante.

En résumé, les domaines d'application de REGULSIM sont les suivants :

- Procédés du 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ème</sup> ordre, stables ou instables.
- Régulateurs PID série, parallèle ou mixte avec dérivée sur la mesure ou sur l'écart.
- Régulateurs TOR (tout ou rien).
- Vanne à caractéristique linéaire



ou non.

- Perturbations aléatoires, sinusoïdales, par échelon ou rampe.
- Action manuelle ou automatique du régulateur avec choix du gain, du terme intégral et du temps dérivé.
- Echelons ou rampes possibles sur la consigne ou le signal de sortie en manuel, avec possibilité de réglage manuel fin et grossier.

## LES TECHNIQUES DE VISUALISATION : DERNIERE PARTIE

Voici la quatrième partie de notre série consacrée aux techniques de visualisation. Pour mémoire, les précédents numéros ont traité : les moyens de mise en évidence des écoulements, les techniques d'éclairage, la prise de vue photographique, la vidéo et le cinéma rapide. Avec le cas particulier des machines tournantes, le dépouillement des images et l'avenir de ces techniques, ce cycle arrivera à sa fin.

### 6. Le cas des machines tournantes

Dans le cas des machines tournantes (pompes, hélices), il faut immobiliser l'image sur la pellicule photographique. Pour cela, le CERG dispose d'un appareil spécifique : le dérotateur.

Il s'agit d'un prisme tournant, dont l'axe de rotation est parfaitement confondu avec celui de l'objet à observer et dont la vitesse est moitié moins grande.

Ce dispositif peut être asservi à la



Hologramme d'une hélice en rotation dans l'eau.

rotation de l'objet ou réglé manuellement et il couvre une plage de vitesse allant jusqu'à 13 000 tours/minute.

On peut ensuite utiliser toutes les méthodes de prise de vue décrites précédemment (voir les numéros 3, 4 et 5 de La Technique des Fluides).

### 7. Le dépouillement des images

Dans le cas où l'on souhaite dépasser le stade de l'analyse qualitative du phénomène, on utilise un

système de traitement d'image informatique qui permet, à l'aide des fonctions spécifiques de cette technique, d'extraire l'information utile à l'expérimentation spécifique du contenu dans la prise de vue.

Le CERG a développé par exemple des logiciels permettant de restituer des trajectoires après analyse vue par vue de films de cinéma rapide.

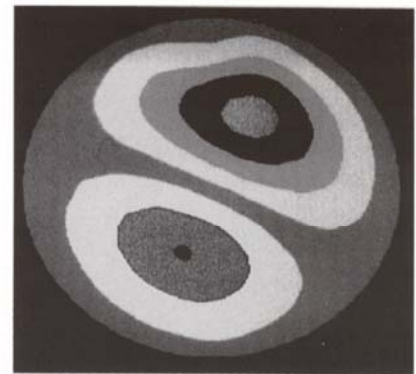
### 8. Développements nouveaux

Le CERG maîtrise déjà bon nombre de techniques de visualisation, mais il participe aussi à l'élaboration de nouvelles techniques.

Il faut citer par exemple les techniques d'holographie interférométrique par laser pulsé, qui permettent d'obtenir l'image de la déformation d'une pièce vibrante. Dans ce domaine, le CERG a réalisé les premiers hologrammes d'une hélice en rotation dans l'eau.

Au niveau du traitement des images, les progrès sont très rapides et la montée en puissance de l'informatique permet de traiter de plus en plus vite des images complexes.

Les techniques de mise en évidence des écoulements évoluent aussi. Ainsi, on peut par exemple utiliser des colorants particuliers dont la fluorescence peut être provoquée par un éclairage laser d'une longueur d'onde déterminée.



Zones d'isodéplacements déduites de clichés holographiques.

Si un article a retenu votre attention, ou si vous souhaitez en savoir plus sur nos activités, contactez Christine MARTI :

par courrier à :  
GEC ALSTHOM ACB  
CERG  
Christine MARTI  
Rue Lavoisier  
38800 LE PONT DE CLAIX

par téléphone au :  
76.40.90.40



par fax au :  
76.98.08.81  
à l'attention de C. MARTI

