

# LA TECHNIQUE DES FLUIDES

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

Novembre 1992

## Pourquoi une lettre d'information du CERG ?

Héritier de plus d'un demi-siècle d'expérience, le CERG fait autorité dans l'étude et la simulation de tous les phénomènes liés aux écoulements de fluides. L'importance de ses moyens d'investigation, de mesure et de calcul en fait le premier laboratoire privé français dans sa spécialité.

Au travers de la diversité des besoins exprimés et des études réalisées pour nos clients industriels et la Délégation Générale pour l'Armement, nous avons souhaité mieux vous faire connaître les activités du CERG et nous avons créé cette lettre d'information dans ce but.

Vous y trouverez tous les semestres des informations variées : des extraits de communications scientifiques, des informations sur nos activités, nos produits, nos équipements nouveaux, puis enfin les nouvelles du déroulement des grands programmes de la CEE auxquels nous participons.

## PDCHARGE:

### Commercialisation d'un logiciel de calcul de pertes de charge hydrauliques

Une perte de charge correspond à la perte d'énergie d'un écoulement de fluide liquide ou gazeux due au frottement sur les parois de la conduite et aux perturbations dans les singularités et les organes de robinetterie.

Elle est liée à la viscosité du fluide et varie selon la forme des conduites.

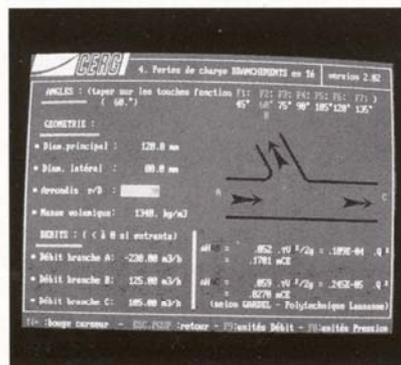
Le calcul des pertes de charge est nécessaire dans tout projet de dimensionnement de réseau ou de choix de pompe.

En fonctionnant à la manière d'un tableur couplé à une base de données hydrauliques, PDCHARGE remplace la consultation fastidieuse des tables et abaques et évite les interpolations, sources possibles d'erreurs.

Il traite les cas les plus fréquemment rencontrés dans l'industrie avec les

composants suivants : conduite droite, coudes, diaphragme, branchements, divergents, convergents, robinetterie.

Conçu par des hydrauliciens, PDCHARGE travaille avec une base de références constituée de données issues des ouvrages faisant autorité



## Sommaire :

- Pourquoi une lettre d'information du CERG ? p 1
- **Info. produit nouveau:** PDCHARGE p 1
- **La communication du semestre :**
  - Premiers hologrammes d'objets en rotation dans l'eau
  - suivi de :
    - Principe de l'interférométrie holographique
- **Retombées de nos interventions chez nos clients:** p 3
  - Lusteel de l'innovation décerné à Ascométal
  - Test comparatif du VAG au GTH du Bassin d'Essais des Carènes
- **On en parle dans la presse** p 3
  - Turbine à gaz 9001F
  - Voiture amphibie
  - TGV du futur
  - Entretiens Science et Défense
- **En vedette :** p 3
  - Risques majeurs
- **Une nouvelle installation d'essais** p 4
- **Calendrier 93 des stages d'hydraulique au CERG** p 4
- **Agenda CERG des colloques et des salons** p 4

en la matière (IDEL'CIK, GARDEL et MILLER) et d'une longue expérience en mesures expérimentales.

Les applications de ce produit sont vastes car il est destiné aussi bien aux bureaux d'études confrontés à des cas de dimensionnement de conduites et de réseaux qu'aux écoles et centres de formation, comme outil pédagogique.

De plus, il ne nécessite aucun équipement important: un PC doté d'un écran EGA suffit.

## PREMIERS HOLOGRAMMES D'OBJETS EN ROTATION DANS L'EAU

Le CERG est parvenu à visualiser et à mesurer les déformations subies par une hélice en rotation dans l'eau par interférométrie holographique en double exposition. Ces résultats ouvrent la voie à des applications en ajustement de codes de calcul de vibrations et en contrôle non destructif de machines tournantes en fonctionnement.

Les structures tournantes comme les rotors de turbomachines (pompes, turbines) et les hélices (aériennes ou marines) sont soumises à des efforts permanents et fluctuants liés aux écoulements qui les entourent.

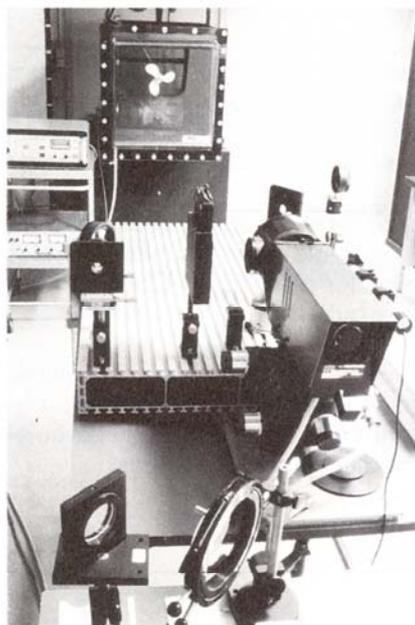
Ces efforts sont source de vibrations, elles-mêmes cause de bruit et de dysfonctionnement pouvant aller jusqu'à des ruptures en cas de couplage avec les modes propres de la structure.

L'interférométrie holographique en double exposition (voir encadré ci-dessous) permet de mesurer finement l'amplitude des déformations entre deux instants très rapprochés et donc d'avoir accès aux vibrations de la structure dans des conditions normales de fonctionnement en charge. Les caractéristiques de cette technique holographique font qu'elle s'applique bien à une utilisation en conditions industrielles.

Elle permet en effet d'étudier globalement les déformées d'un objet vibrant de forme complexe, de grande taille (> 1 mètre), sur toute sa

surface en même temps et de manière tridimensionnelle.

Elle peut également s'appliquer à



L'installation utilisée pour la prise de vue holographique de l'hélice en rotation dans l'eau

des objets en rotation par l'utilisation d'un dérotateur comportant un prisme entraîné par un moteur synchronisé à la moitié de la vitesse de rotation de l'objet à observer dont l'image est ainsi figée.

Des expériences avaient été réalisées sur des ventilateurs de moteurs et des aubages de pompes, essentiellement en air. Les travaux du CERG ont permis d'étendre l'utilisation de la technique aux objets en rotation dans l'eau.

Le CERG travaille depuis 1983 sur le développement de ces méthodes optiques de visualisation de déformations dans le cadre d'études sur la discrétion acoustique financées par la Direction des Recherches, Etudes et Techniques de la DGA.

Il utilise, pour ses expériences, un laser pulsé à rubis (longueur d'onde = 0,694  $\mu\text{m}$ ) permettant d'émettre 2 pulses d'une durée de 30 nanosecondes environ avec un intervalle entre les pulses réglable de 1 à 800 microsecondes. L'énergie des pulses est de 3 joules.

### PRINCIPE DE L'INTERFEROMETRIE HOLOGRAPHIQUE

L'holographie est une technique qui permet d'enregistrer sur une plaque photographique la phase et l'amplitude d'une onde optique.

On réalise l'hologramme d'un objet en enregistrant le champ d'interférence entre les ondes directes et réfléchies par l'objet issues d'une même source de lumière cohérente émise par un laser.

La surface d'onde ainsi enregistrée permet de restituer l'image tridimensionnelle (réelle ou virtuelle) de l'objet en éclairant l'hologramme par une source laser.

L'interférométrie holographique est une combinaison de l'holographie et de l'interférométrie qui s'applique bien à l'étude des déformations d'objet, conjointement avec d'autres méthodes comme la photoélasticité, le moiré ou le speckle. Elle présente l'avantage de pouvoir s'appliquer à des objets non transparents de forme complexe et de grande dimension (fonction de la puissance

du laser d'éclairage) et ne nécessite ni préparation spéciale ni contact d'un capteur. Cette technique s'applique par extension à la mesure de vibrations. Elle se divise en plusieurs classes :

- *l'interférométrie holographique en temps réel* : on réalise un premier hologramme de l'objet au repos. On observe ensuite les interférences créées par superposition de l'image de l'objet en vibration (éclairé par une source laser continue) avec l'image enregistrée au repos. Le procédé requiert une grande précision de repositionnement de l'hologramme de base et une stabilité d'ensemble en cours d'observation.

- *l'interférométrie en temps moyenné* : on réalise une prise de vue sur le même support pendant un temps - de l'ordre de la seconde - nettement supérieur à la période de vibration. L'image obtenue permet essentiellement de visualiser les lignes modales de déplacement maximal.

- *l'interférométrie en double exposition* : on enregistre sur une même plaque deux prises de vues à temps d'exposition très court (quelques dizaines de nanosecondes) espacées d'un temps réglable de l'ordre de la période de vibration, en utilisant comme source un laser pulsé. L'hologramme contient ainsi les franges d'interférence. Cette technique permet de s'affranchir des contraintes de repositionnement de l'hologramme et des vibrations extérieures, d'où son utilisation possible en milieu industriel.

La restitution de l'image holographique sur photo permet de visualiser le réseau de franges d'interférence alternées, claires et sombres, qui caractérisent les lignes d'isodéplacement ou d'égale amplitude vibratoire.

Cet interférogramme permet également de déterminer les caractéristiques de la vibration. Ces dépouillements peuvent être exécutés à partir de systèmes de traitement d'image.

## RETOMBÉES DE NOS INTERVENTIONS CHEZ NOS CLIENTS

**L'usine d'Ascométal-Les Dunes a été distinguée aux Lusteel de l'environnement organisés au sein du groupe Usinor Sacilor.**

Classée seconde dans la catégorie innovation, l'usine des Dunes s'est vue remettre le trophée récompensant son approche originale concernant le dimensionnement du dépoussiérage du four UHP. Ainsi, le "zéro poussière" est atteint, ce qui représente 8000 tonnes/an stockées en décharge et susceptibles d'être valorisées.

L'intervention du CERG a permis d'étudier le système de captage pour en optimiser le rendement.

Le CERG a réalisé une maquette à l'échelle 1/55<sup>ème</sup> de l'installation (bâtiment, poche, hotte, pont roulant...) placée dans une veine expérimentale. L'étude de la trajectoire des fumées a été effectuée en simulation hydraulique à l'aide de

colorants.

Différentes configurations ont été comparées pour aboutir à une solution optimisée, primée par le groupe Usinor Sacilor.

**Le Venturi Analyseur de Germes (VAG) développé par le CERG a fait l'objet d'un test comparatif.**

Cet équipement est un système de mesure de la teneur en germes de cavitation d'un liquide, basé sur un principe dit de venturi à ogive centrale.

Il intéresse les laboratoires de recherche publics ou privés impliqués dans l'étude de la cavitation, phénomène physique connu pour ses effets néfastes dans les écoulements (bruit, érosion, altération des performances).

Le VAG permet la connaissance de caractéristiques dont dépendent les

conditions d'apparition en laboratoire de la cavitation.

Une campagne d'essais a été menée au centre de Val de Reuil du Bassin d'Essais des Carènes de la Délégation Générale pour l'Armement dans le but de comparer trois principes concurrents de comptage de germes et les matériels associés. Le venturi à ogive centrale était confronté à une technique holographique et à une technique utilisant l'effet Doppler (cf communication publiée lors des 2<sup>èmes</sup> Journées Cavitation de la SHF).

Les qualités du venturi à ogive centrale sur lequel est fondé le Venturi Analyseur de Germes du CERG ont été ainsi mises en évidence. Ils s'agit essentiellement de l'exactitude dans la détection des spectres de germes et de ses capacités d'analyse.

## ON EN PARLE DANS LA PRESSE

**Inauguration de la turbine à gaz 9001 F, installée à Gennevilliers par EDF pour la production d'électricité.**

La turbine a été construite par EGT à Belfort. Le CERG a réalisé l'étude sur maquette de la répartition des écoulements de fluides au niveau du circuit d'admission et du circuit d'échappement de la turbine.

**Voiture amphibie.**

La société Hobbycar a présenté au Mondial de l'Automobile à Paris sa nouvelle voiture amphibie. La propulsion par hydrojet de ce véhicule hybride a été étudiée par le CERG.

**TGV du futur.**

La SNCF a levé le voile sur son budget recherche portant en particulier sur les TGV de quatrième génération, avec de nombreuses innovations, notamment dans les domaines de l'aérodynamique et de l'acoustique.

La division Transport du groupe GECALSHOM, fournisseur des TGV, travaille sur ces mêmes thèmes et le CERG participe à ces projets.

En ce qui concerne l'aérodynamique, des essais en tunnel hydrodynamique ont été réalisés sur ma-

quette à l'échelle 1/20<sup>ème</sup> d'une motrice et des premières voitures, le but étant de caractériser les écoulements d'air autour de la caisse et plus particulièrement les recirculations liées aux décrochements.

Le CERG participe également aux études sur le bruit d'origine aérodynamique du TGV, par des essais en similitude en tunnel hydrodynamique.

**L'acoustique et les vibrations ont constitué un des thèmes majeurs des Entretiens Science et Défense qui se sont tenus à Paris les 12 et 13 mai derniers.**

Le CERDSM (Centre d'Etudes et de Recherches en Détection Sous-Marine) de la Direction des Constructions Navales de Toulon a présenté ses travaux sur le bruit d'écoulement des sonars remorqués (un des champs d'exploration actuels du CERG).

## RISQUES MAJEURS

**Présentation le 1er octobre 1992 à Grenoble d'Agir pour l'Environnement (annuaire des organismes, ressources et outils pédagogiques des entreprises) .**

Ce travail a été entrepris à l'initiative de la Ville de Grenoble et de la fondation Ushuaia en collaboration avec l'Académie de Grenoble. L'Association d'Information pour la Prévention des Risques Majeurs a assuré la maîtrise d'oeuvre de cet inventaire des moyens pédagogiques expliquant quels sont les risques industriels, les moyens palliatifs envisageables et les actions mises en oeuvre par les différents acteurs de l'Isère, département pilote en la matière. Le CERG, membre actif de cette association a prêté son concours à l'opération. Il est recensé comme société de conseil, au titre de ses études d'impact et de danger notamment pour les sites soumis à la directive européenne dite de SEVESO. Le CERG a mis à disposition des cassettes vidéo présentant son savoir-faire et son expérience en matière d'études d'environnement en analogie hydraulique.

## UNE NOUVELLE INSTALLATION D'ESSAIS:

Le CERG vient de se doter d'une nouvelle installation d'essais plus particulièrement destinée aux études d'évolution de mobiles.

Il s'agit d'un canal à surface libre d'une section de 1 m x 1 m et d'une longueur de 25 m, avec un débit possible de 200 litres par seconde. Il est équipé d'un dispositif de trac-

tion par câble qui permet de faire circuler différents types de maquettes. Il est actuellement utilisé pour la simulation de circulation de véhicules ferroviaires dans un tunnel.

- Un article a retenu votre attention ?
- Vous souhaitez en savoir plus sur nos activités ?
- Vous êtes intéressé par une visite de nos installations d'essais ?

**Contactez Christine Marti**  
**au 76.40.90.40**  
**(fax : 76.98.08.81)**

## STAGES EN HYDRAULIQUE DU CENTRE DE FORMATION DU CERG:

**Nouveau calendrier des cours pour l'année 1993.**

Stage H1 : Initiation aux écoulements en charge

Stage H2 : Initiation aux écoulements à surface libre

Stage H3 : Hydraulique des circuits : pompes - coups de bélier - régulation

(Renseignements et inscription auprès de Hélène MALLEVAL)

STAGE	MARS	AVRIL	JUIN	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
H1	15-19		7-11	27/9-1/10		6-10
H2					15-19	
H3		29/3-2/4		18-22		



## L'AGENDA "CERG" DES COLLOQUES ET DES SALONS

18 au 20 mars 91 à Paris	2èmes Journées Cavitation organisées par le Sté Hydrotechnique de France	"Cavitation d'entrefer dans les machines hydrauliques" P. CHANTREL - R. LABORDE - A. RETAILLEAU (CERG) - M. MORY (LEGI)
3 au 5 juin 92 à Lyon	Vibrations, chocs et bruits organisés par le Groupement pour l'Avancement de la Mécanique Industrielle	"Caractérisation de l'excitation d'origine aérodynamique sur une maquette de train à grande vitesse" P. SEROU (GEC ALSTHOM) - V. LAGARRIGUE (CERG) "Etude par interférométrie holographique des vibrations d'une hélice en rotation" A. BONAZZI - V. LAGARRIGUE - B. GOSELIN - R. PERRET (CERG)
22 au 25 juin 92 à Los Angeles (USA)	Cavitation and Multiphase Flow Forum, de l'American Society of Mechanical Engineers	"Prediction of cavitation inception in turbulent water jets" J. PAUCHET - A. RETAILLEAU - J. WOILLEZ (CERG)
23 au 27 août 92 à Edmonton, Alberta (Canada)	31st Conference of Metallurgists	"Comparison of rotors for metal batch treatment in inductive casting furnaces" F. BOEUF (ALUSUISSE) - J. WOILLEZ (CERG)
23 au 25 septembre 1992 à Southampton (GB)	International Conference on Hydro-cyclones organisée par le BHRG	"LDV measurements with vortex flow created by a rotating wall dewatering cyclone" M. BAKER (BP) - P. NOE - P. SCHUMMER (CERG)
19 au 24 oct. 92 à Paris	Salon Naval du Bourget 92	Présence sur le stand ACB
27 au 29 oct. 92 à Paris	Salon Maintenance Mainténique 92	Présence sur le stand ACB
16 au 18 nov. 92 à Cannes	European Petroleum Conference (EUROPEC)	"The rotating de-oiling cyclone: recent development and operating experience" G. TRIPONEY (TOTAL) - C. BEZARD (NEYRTEC) - J. WOILLEZ (CERG)