

# LA TECHNIQUE DES FLUIDES

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

Sept. 1997 - n° 11

## EDITORIAL

Cinq ans déjà ...

Ce numéro de la *Technique des Fluides* marque le cinquième anniversaire de la première parution de cette lettre d'information que nous vous adressons deux fois par an.

Elle nous permet de vous donner un aperçu de notre activité et de développer plus complètement des sujets techniques concernant des études de recherche-développement que nous menons pour enrichir nos compétences ou pour répondre aux demandes de nos clients.

Nous espérons que cette publication vous apporte un enrichissement en partageant avec nous les résultats de quelques avancées dans la recherche industrielle appliquée.

Nous vous remercions de l'attention que vous voulez bien nous accorder et sommes à l'écoute de vos suggestions pour améliorer la forme ou le contenu de ce document et, par là-même, enrichir la qualité de la relation que nous souhaitons poursuivre avec vous.

Michel VISCONTI

### Sommaire :

-Editorial	p 1
-Stages en hydraulique	p 1
-Sécurisation du réseau de gaz sidérurgique aérien en Lorraine	p 2
-En bref ...	p 3
-On en parle dans la presse	p 3

Voici le calendrier des sessions de formation en hydraulique proposées pour l'année 1998 par le CERG dans ses locaux de Pont de Claix :

CALENDRIER DES STAGES 1998										
Stages	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
H1			9 au 13			8 au 12	21 au 25			7 au 11
H2									16 au 20	
H3			23 au 27					12 au 16		
H4-H5	Dates correspondant aux stages H3 - Sessions supplémentaires sur demande									

- H1 : Initiation aux écoulements en charge
- H2 : Initiation aux écoulements à surface libre
- H3 : Pompes, coups de bélier, régulation
- H4 : Pompes
- H5 : Coups de bélier

Le CERG propose aussi des stages d'initiation et de perfectionnement dont le contenu est bâti sur mesure et qui peuvent se dérouler dans les locaux de ses clients.

Pour toute information complémentaire, une brochure vous sera envoyée sur simple demande faite auprès de Mme Hélène MALLEVAL.

### Tenue du béton à l'érosion de cavitation

LAFARGE ALUMINATES a confié au CERG l'étude des effets de la cavitation sur différents types de béton qu'on retrouve communément dans les ouvrages hydrauliques.

Le mini-tunnel, moyen d'essais spécifique permettant d'atteindre des vitesses de 110 m/s et une pression de 54 bars, a été utilisé.

Les essais ont permis de mettre en évidence une résistance accrue de certains échantillons (composition béton d'ALAG) à l'érosion de cavitation.

G E C A L S T H O M

ACB

# SECURISATION DU RESEAU DE GAZ SIDERURGIQUE AERIEN EN LORRAINE

## Protéger l'environnement d'un risque majeur : une nécessité

En sidérurgie, les hauts-fourneaux et l'aciérie restituent en continu d'importantes quantités de gaz en grande partie réutilisés sur des fours comme gaz combustibles. La part excédentaire, souvent importante, est en général brûlée dans une centrale de production d'électricité. En Lorraine, les gaz libérés par les installations de SOLLAC et de SIDECO transitent vers la centrale électrique EDF de Richemont, au travers d'un feeder de conduites aériennes long de 22 km.

Un gazomètre de 60 000 m<sup>3</sup> lisse les arrivées de gaz à Richemont sur des durées de l'ordre de 20 mn. Le réseau traverse une région fortement urbanisée. Ce gaz contient en moyenne 25 % de monoxyde de carbone bien connu pour son caractère toxique.

L'importance des débits -près de 300 000 m<sup>3</sup>/h au maximum- impose, pour la sécurité de l'urbanisation, un contrôle absolu et permanent de l'état du réseau : il faut garantir l'absence de fuites, détecter toute atteinte accidentelle aux conduites, être en mesure d'intervenir immédiatement.

Les réalisations récentes s'inscrivent dans ce but. On y reconnaîtra l'approche des études de sûreté des installations à risques dites SEVESO.

## Un objectif jusqu'à présent mal résolu

Ce réseau est constitué d'un feeder de diamètre 2 m à 2,4 m où le gaz circule à la pression relative maximale au départ de 280 mbars et 50 mbars à l'arrivée.

Les régimes de débits sont extrêmement variables, pouvant varier en quelques mn de 100 000 m<sup>3</sup>/h, avec parfois même une inversion du sens du gaz. Le gaz est propre ; par contre, il est saturé en humidité et se refroidit tout au long du parcours jusqu'à la température ambiante. Les caractéristiques des conduites et du gaz expliquent les difficultés majeures d'une détection de fuite, même importante.

Pour détecter une fuite dont la cause peut aller jusqu'à la rupture de la conduite, les recherches antérieures tentaient, en premier

pour tester différentes solutions d'isolement.

Le feeder était assimilé à une conduite alimentée à une extrémité, maintenue à la pression constante de 50 mbars par le gazomètre à l'autre extrémité.

La riposte à une rupture fut envisagée dans deux hypothèses : la fermeture aux extrémités du feeder des vannes existantes ou l'isolement de tronçons intermédiaires d'un kilomètre nécessitant la pose de nouvelles vannes. On adopta un temps de fermeture de vanne de 30 secondes.

Dans les deux cas, la simulation montre qu'une fois arrêté l'envoi de gaz dans la conduite, le panache évacué à la brèche correspond à la quasi totalité du dégonflage de la conduite : résultat inattendu vu les distances. Dans ces conditions, la pose de vannes supplémentaires pour sectionner le feeder s'avère superflue.

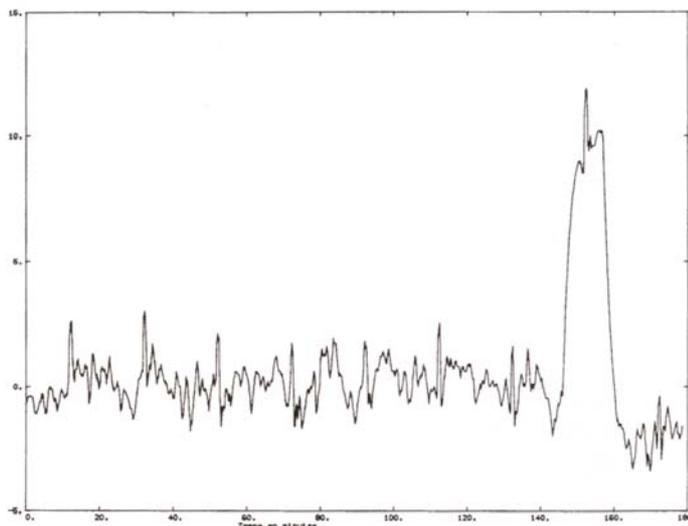
Par contre, il est essentiel de détecter rapidement une anomalie. L'objectif pratique devient donc

de détecter toute anomalie et d'isoler les conduites dans un délai maximum de 90 s.

## Pour détecter les fuites, d'autres méthodes souvent inopérantes

Parmi les mesures de débits, d'autres systèmes furent testés sans succès : hélices, effet Doppler... tous défaillants à cause des conditions de mesures. Pour protéger les zones urbaines, on envisageait de placer des détecteurs de CO. S'ils s'avèrent efficaces très localement, par contre là encore, il était illusoire de protéger ainsi à coup sûr l'environnement des 22 km de conduites.

*suite page 3*



Bilan des mesures de débit lors d'une simulation de fuite (en kNm<sup>3</sup>/h)

lieu, de comparer en continu les débits entrant et sortant du feeder. Pour cela, on ne disposait que des mesures de débit par diaphragme ou par venturi. Ces mesures répondaient certes aux nécessités du comptage des énergies avec une précision acceptable mais restaient trop imprécises pour détecter une fuite.

## Les premières études définissant les principes de la protection

Des études théoriques préliminaires furent menées avec le concours du Centre d'Etudes de GDF pour, d'une part, prévoir la dynamique des débits de gaz à la brèche dans le cas d'une rupture, d'autre part

## EN BREF ... EN BREF ... EN BREF ... EN BREF ...

### Recette de pompes sur modèle

L'Établissement Bergeron de GEC ALSTHOM ACB assure la rénovation de trois stations de pompage datant des années 60, pour le compte du Ministère Egyptien des Travaux Publics et des Ressources en Eau, sur le canal de NUBARRIYA (à l'ouest du delta du Nil).

Ce contrat comprend entre autres la fourniture de 32 pompes. Le CERG a démarré les études initiales de ces pompes en mai 96.

Les essais de recette sur modèle se sont déroulés avec succès au CERG le 4 mars 1997, en présence du représentant du client. Les performances mesurées pour les différents domaines de fonctionnement sont toutes supérieures aux valeurs garanties dans le contrat et démontrent la qualité du tracé de ces machines qui doivent s'implanter dans un environnement existant, en remplacement de pompes russes obsolètes.

### Visite au CERG

Le CERG a accueilli deux groupes de 45 personnes composés d'étudiants de deuxième année de l'École Nationale d'Hydraulique de Grenoble, les 29.04 et 13.05 derniers, pour une visite guidée de ses installations.

Les visiteurs ont pu voir fonctionner le canal de démonstration à surface libre de matériels d'irrigation, la boucle d'essais de pompes ainsi que différentes modélisations en cours.

Ces visites entrent dans le cadre des relations CERG-Universités. Elles ont pour but d'informer les élèves-ingénieurs, nos clients potentiels futurs, des possibilités d'intervention du CERG.

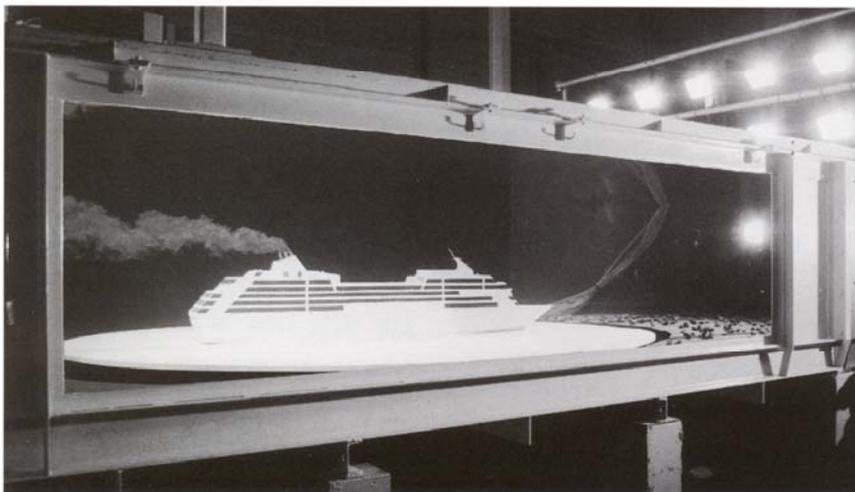
### Optimisation d'ouvrages hydrauliques

Le CERG est intervenu dans le cadre d'un projet de canalisation sur ruisseau du vallon de Ste Dévote en Principauté de Monaco, notamment en régime de crue. Une première étude avait permis de dimensionner un puits de chute et de valider son bon fonctionnement hydraulique jusqu'à un débit de crue de 45 m<sup>3</sup>/s (Cf. TDF n° 5 de novembre 1994).

Le CERG a étudié, dans un deuxième temps, le fonctionnement hydraulique du bassin de dissipation situé en aval servant à casser la charge de l'écoulement torrentiel.

L'étude a permis de vérifier, sur modèle réduit au 1/20, les conditions d'apparition d'un ressaut hydraulique et d'évaluer l'ampleur des travaux d'élargissement de la voie d'évacuation de l'excédent de débit.

## ON EN PARLE DANS LA PRESSE



Le CERG est passé au journal du soir de M6 Grenoble le 12.03.97 et à celui de FR3 ALPES le 11.06.97.

Le sujet concernait à chaque fois l'étude des différentes formes de cheminée du paquebot *Renaissance* (photo ci-dessus) construit par les Chantiers de l'Atlantique, ainsi que l'étude des efforts aérodynamiques sur les structures.

*suite de la page 2*

### Le renouveau de la mesure de débit en 1994

C'est pourtant vers la mesure de débit que se portèrent les recherches en 1994, à la faveur des progrès récents de la technologie et grâce à l'accessibilité croissante de l'informatique industrielle.

Dans un premier temps, parce qu'il fallait aboutir à coup sûr et rapidement sur un incident majeur, les mesures de débits par les organes déprimogènes existants furent remises à l'honneur.

L'idée première qui apparut fut de corréliser en continu les débits mesurés avec les organes déprimogènes existant avec la perte de charge du réseau. En effet, la mesure de la pression statique est aisée, précise et fiable. Il s'agissait finalement de tester la loi de perte de charge  $\Delta p = A Q^2$  sur les mesures en continu.

*suite page 4*

suite de la page 3

Sur le terrain, le système de contrôle collecte en continu les couples de points instantanés (débit, perte de charge) dont la série normale constitue un nuage de points statistique délimitant un domaine de confiance.

Tout point hors domaine confirmé pendant 30 s est le signe d'un incident. On conçoit cependant les limites du système en raison de l'imprécision des débits, surtout en bas d'échelle.

Néanmoins, cette méthode permet de protéger avec certitude l'environnement contre une rupture totale de la conduite. De même, il apparut que le gazomètre constituait en retour une source de débit gaz instantané considérable. Sa vitesse de descente est depuis surveillée en continu, toute survitesse entraînant son isolement immédiat.

En parallèle, était testée par le CERG une méthode acoustique par intercorrélation. En effet, une fuite se comporte comme une source de fluctuations de pression et un calcul d'intercorrélation entre deux capteurs encadrant la fuite permet de détecter cette source et de la localiser. La perte de cohérence, compte tenu des conditions de propagation du son dans la conduite et le niveau de bruit dû aux hauts-fourneaux, n'ont pas permis de valider cette méthode.

### Les possibilités nouvelles de mesures de débit par ultrasons

Les récents progrès technologiques de traitement du signal apportèrent un progrès significatif sur la précision et la fiabilité des mesures.

En effet, la nouvelle génération de mesure de débit par ultrasons, proposée par PANAMETRICS, permet d'exploiter complètement la mesure instantanée de débit. Elle conduit à envisager des méthodes beaucoup plus fines de surveillance, conformes à l'objectif initial de comparaison

en continu des débits entrant et sortant dans la conduite.

La mesure dans son principe est classique : c'est la comparaison du temps de parcours aller et retour du son dans le flux gazeux entre deux points fixes judicieusement placés sur la conduite.

Cette mesure offre de nombreux avantages : destinée à la mesure de gaz propre, elle est insensible aux poussières. Elle est également insensible aux variations de composition du gaz. Elle offre une bonne performance même en bas d'échelle quel que soit le sens d'écoulement. De plus, son installation est très facile, y compris sur une conduite en exploitation.

### Un traitement élaboré des mesures

Le CERG a mis au point une méthode de surveillance exploitant les mesures instantanées du débit sur l'ensemble du réseau gaz. Sept tronçons sont définis par les points de mesures de débit. Pour un tronçon donné, les mesures de débit brut doivent être converties en débit de gaz sec dans les conditions normales de température et de pression afin de pouvoir être comparables.

De plus, compte tenu du caractère très instationnaire de l'écoulement et des distances mises en jeu, les mesures doivent être recalées dans le temps pour prendre en compte la propagation des fronts de débit et de pression. Enfin, un dernier

traitement est appliqué pour tenir compte du gaz stocké ou déstocké dans la conduite lors des transitoires.

Les mesures brutes doivent être moyennées avant exploitation pour réduire le bruit de mesure. Un lissage de type exponentiel a été choisi car fournissant le meilleur compromis filtrage-temps de réponse. Le découpage en sept tronçons permet, par redondance, une confirmation d'alarme et une prélocalisation des défauts.

### Conclusion

Cette dernière méthode en place depuis juin 1996 parachève notre volonté de sécuriser l'environnement face aux risques de fuite. Elle est efficace jusqu'à un niveau de fuite de 10 000 m<sup>3</sup>/h de gaz, c'est-à-dire à une valeur très inférieure aux risques pris en compte pour l'urbanisme. Elle double et complète, sur une large plage de fonctionnement, la méthode initiale mise en place.

Au cours des essais, des fuites provoquées sur les événements de purges du réseau ont toutes été détectées. Les tests d'endurance dans la continuité de service ont été concluants. Ce système répond maintenant parfaitement à l'objectif de protection du public avec un système confirmé.

F. AUBELLE Centrale Electrique de Richemont, A. HELLION GEC ALSTHOM ACB-CERG, R. HOFFMANN PANAMETRICS, A. REMERY USINOR-SACILOR

**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 :

**04.76.40.90.40**

par fax au :

**04.76.98.08.81**

à l'attention de C. MARTI



**GEC ALSTHOM ACB - Centre d'Etudes et de Recherches  
Rue Lavoisier 38800 LE PONT DE CLAIX - FRANCE  
Téléphone : (33) 04.76.40.90.40 / Télécopie : (33) 04.76.98.08.81**