

Protection des installations : comment mesurer les taux de bulles de vos canalisations ?

Un liquide sous pression circulant dans une canalisation est toujours soumis au phénomène de cavitation (formation de bulles de vapeur). Lorsque le liquide est de type cryogénique, ce phénomène peut être accentué par un gradient de température et rendre vulnérable l'installation. La mesure du taux de bulles devient alors cruciale pour protéger vos installations.

Ce phénomène de cavitation est différent selon que le fluide circule dans une canalisation verticale ou horizontale. Dans le premier cas, la taille et la forme des bulles varient beaucoup, mais le plus souvent, elles sont quasi sphériques et plus petites que le diamètre du tube. Contrairement au cas du canal vertical, le flux de bulles dans le canal horizontal est fortement influencé par la force de gravitation. En raison de la flottabilité, les bulles sont dispersées dans le liquide avec une concentration plus élevée dans la moitié supérieure du canal. Ce régime se produit généralement à des débits élevés, car à des débits plus faibles la force de gravité tend à drainer l'anneau liquide vers le bas du canal, ce qui entraîne un écoulement stratifié.

Ce phénomène revêt une importance particulière lorsque le fluide sert à alimenter un moteur cryogénique ou la turbomachine d'un aéronef. En effet, la quantité d'énergie contenue dans une bulle de vapeur est très faible en comparaison de celle du liquide. Aussi, si la quantité de bulles atteint un certain seuil, la force propulsive du moteur va diminuer, ce qui peut avoir des conséquences catastrophiques. Il est donc important de pouvoir contrôler la proportion de bulles.

Le taux de bulles peut aussi perturber un processus de transfert de liquide cryogénique (LOx, LH2, LN2, CO2) d'un réservoir vers un autre. Après la phase de mise en température, ou l'écoulement est gazeux, la phase transitoire diphasique liquide-gaz

se met en place pour tendre vers un écoulement liquide. Le contrôle du débit permet alors d'atteindre et de maintenir cet écoulement avec un minimum de bulles.

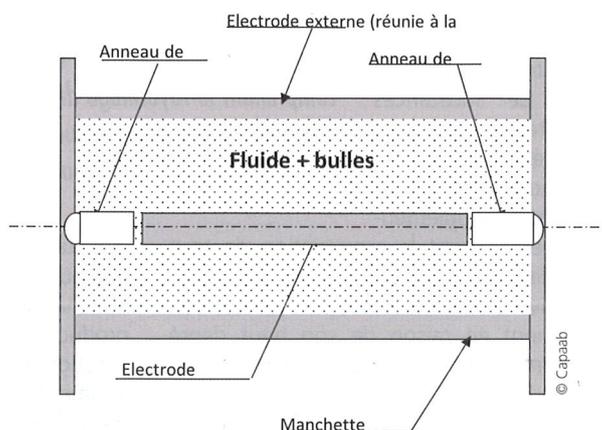
Se pose alors le problème du moyen à mettre en œuvre pour quantifier la présence de bulles. On peut songer à un débitmètre, mais celui-ci sera inopérant pour les faibles quantités de bulles. Afin de répondre à cette problématique, la société Alliantech et son partenaire Capaab ont développé une solution innovante reposant sur l'utilisation du principe capacitif. Les liquides évoqués précédemment étant des isolants, ceux-ci sont caractérisés, sur le plan électrique, par leur constante diélectrique relative. Si, entre deux électrodes, on place un milieu diélectrique, la capacité formée sera directement proportionnelle à cette constante. Or, entre un liquide et une bulle de sa vapeur, la constante diélectrique est différente (elle est plus élevée pour le liquide). Donc, lorsqu'un écoulement contient des bulles, sa capacité diminue.

Les canalisations dans lesquelles ces fluides circulent étant métalliques, cela peut constituer la première armature du condensateur. Il suffit alors de placer une autre électrode dans l'écoulement pour obtenir un condensateur. La simplicité

de la réalisation ne doit pas occulter le fait que mesurer une capacité de faible valeur (typiquement 1 pF), dont l'une des armatures est réunie «à la masse», est un véritable challenge. Grâce à leur expérience, Alliantech et Capaab disposent aujourd'hui d'une technologie maîtrisée et déjà déployée chez de grands motoristes aéronautiques et spatiaux.

De manière à délimiter avec précision le volume de mesure, l'électrode de mesure se prolonge à ses 2 extrémités par un anneau de garde. À taux de bulles donné, la vitesse d'écoulement du fluide est sans influence sur la valeur mesurée (hors régime turbulent).

L'avantage de ce capteur réside dans sa simplicité. Toutefois, il est limité par le



▷ Croquis de principe (tronçon de canalisation).

rapport maximal entre le diamètre de l'électrode centrale et celui de l'électrode externe. De plus, une bulle de taille donnée n'a pas le même effet capacitif selon qu'elle se situe près du centre ou à l'extérieur. Cela introduit une non-linéarité qui ne peut être réduite qu'en multipliant le nombre d'électrodes internes.

Une 2^e solution développée consiste à mettre la seconde électrode à la suite de la première pour mettre à profit ce que l'on nomme en électrostatique les « effets de bord ». L'avantage de cette conception est qu'en l'absence d'électrodes placées dans l'écoulement il n'y a aucune perte de charge induite.



© Capaab

▷ Capteur multi-électrodes (diamètre de la canalisation : 120 mm).



© Capaab

▷ Capteur avec des électrodes en série.

AllianTech dispose d'une technologie innovante et brevetée capable de mesurer le taux de bulles dans les écoulements diphasiques. Cette technologie s'adapte à différents types de liquides isolants allant des températures cryogéniques jusqu'à plus de 120 °C. ■

Alain Bruère, président de Capaab
Daniel Leroy, président d'AllianTech

À propos d'AllianTech SAS

La société AllianTech est spécialisée dans l'instrumentation de mesures métrologiques. Elle distribue, intègre et conçoit des solutions de mesure depuis plus de 20 ans en France. Basée à Toulouse et à Paris, elle emploie une quarantaine de personnes. En 2020, AllianTech a développé et commercialisé sa première gamme de produits dédiée à l'acquisition de mesure. Récemment AllianTech a obtenu le soutien du plan France Relance pour le développement d'une solution de mesure, d'acquisition et de traitement multisensorielle à destination des industriels. La pertinence de cette solution réside dans la fusion de données.

schwer fittings



Conception et
Fabrication
interne



Raccords, tubes et accessoires en inox pour l'industrie



- Bague coupante 24°
- Double bague u2-Lok®
- Raccords filetés
- Vannes et robinetterie

eCatalogue à retrouver sous:

www.schwer.com

Schwer Fittings SAS · PAE de Pré-Mairy · 86 route du Viéran · Pringy
74370 Annecy · Tel.: +33 (0)450-66 94-00 · info@schwer.fr