

Revue de la bibliographie

3 – 1 ° / Introduction :

Le présent travail entre dans le cadre du thème de recherche portant sur l'étude de la précision des débitmètres à diaphragme sous l'effet des conditions d'écoulement non standards. L'objectif de telle étude est d'enregistrer les erreurs faites par les débitmètres lorsque ces derniers sont soumis à des conditions opérationnelles différentes à celle des normes standards.

L'importance pratique et la valeur économique du sujet ont fait l'objet de plusieurs recherches publiées dans la littérature qui peuvent se diviser en trois catégories :

- Etude des effets de conditions d'écoulement sur les performances des débitmètres.
- Etude de l'effet des conditions géométriques du débitmètre.
- Etude des performances des conditionneurs d'écoulement.

3 – 1 ° / Etude des effets de conditions d'écoulement sur les performances des débitmètres :

La majorité des débitmètres industriels sont sensibles aux conditions d'installation ; Les principes de ces débitmètres sont basé sur son utilisation dans la condition d'écoulement établi où leurs coefficients caractéristiques sont déterminés.

La notion d'écoulement établi, signifie un état du développement de l'écoulement à partir duquel aucun changement spatial du profil de la vitesse ne se fait dans la direction axiale. Les études de recherche récente montrent que ce type d'écoulement qu'on pensait obtenir après une longueur de développement rectiligne de l'ordre de 40 à 50 fois le diamètre (Laufer 1954), ne peut effectivement être atteint qu'après 100 diamètres de développement dans les situations industrielles (Aichouni 1992). Une schématisation du développement de l'écoulement dans une conduite où un débitmètre est placé, est montrée sur la figure (3 - 1).

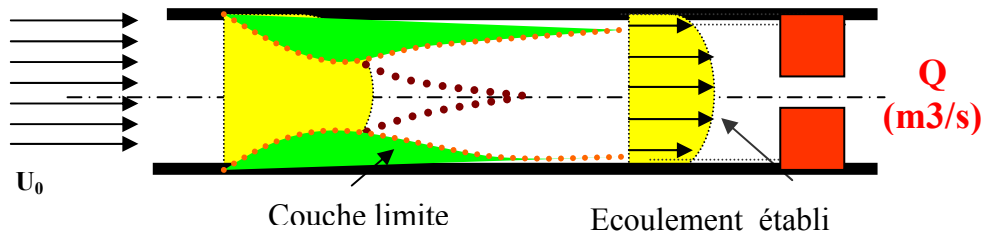


Figure 3 - 1 : Schématisation de l'emplacement d'un débitmètre dans une conduite en charge.

Pour une meilleure précision de mesure de débit, le débitmètre doit être placé dans la conduite à un emplacement où l'écoulement est parfaitement établi. Cette condition ne peut pas être assurée que si on dispose d'une longueur de développement rectiligne de 80 à 100 fois le diamètre de la conduite. Dans la plupart des cas pratiques, ces distances ne peuvent pas être assurées vu la présence d'éléments nécessaires au contrôle de l'écoulement (vannes, coudes, clapets etc..).

Donc en pratique, le débitmètre fonctionne dans des conditions non standards qui diffèrent des conditions de leur étalonnage. Il est évident que des erreurs de mesure du débit seront enregistrées.

Plusieurs études réalisées dans les laboratoires de recherche tel que NIST – USA (Morrison [1990 – 1992]), (Yeh [1998]), NEL – Grande Bretagne (Reader Harris [2000], Laws [1994]) et CGA – Canada (Blaine, Sawchak et Peck [1998]) ont examiner le développement des écoulements à travers les débitmètres industriels installés dans les conduites circulaires. Ces études montrent que le développement est influencé d'une manière notable par les conditions initiales d'écoulement notamment la condition du profile de vitesse et l'intensité de la turbulence. En cas où ces conditions sont différentes de celle de l'écoulement établi, une variation considérable est observée dans le coefficient de débit C_d , donc dans le débit mesuré Q .

Yeh (1998) a investi expérimentalement et numériquement l'effet de perturbation des vitesses causées par les coudes et des élargissement sur les performances d'un débitmètre

enregistre des erreurs de l'ordre de $\pm 5 \%$ si le profil de la vitesse en amont du débitmètre est uniforme. Un coude simple, placé en amont du débitmètre peut créer des erreurs de l'ordre de $\pm 15 \%$.

Aichouni (2000) a étudié expérimentalement l'effet de condition d'écoulements perturbés sur la précision de mesure d'un débitmètre Venturi. Les résultats montrent que les erreurs de l'ordre de $\pm 7 \%$ peuvent être enregistrées.

Une synthèse de la littérature permet de dresser le tableau 1 qui montre les écarts (ou erreurs) enregistrées par différents débitmètres sujets à des conditions non-standards. Il est à rappeler ici, que ces valeurs des erreurs ont été obtenus dans des conditions très perturbées de l'écoulement.

Tableau 1 : effets des conditions d'installation sur les débitmètres

Débitmètre	Erreur tolérée Dans les conditions de références	Erreur enregistrée Sous des conditions industrielles	Laboratoire où la recherche est faite
Diaphragme	$\pm 1 \%$	$\pm 17 \%$	NIST, CERT
Venturi	$\pm 1.5 \%$	$\pm 30 \%$	NEL, MDFA
Turbine	$\pm 1 \%$	$\pm 76 \%$	NEL
Ultrason	$\pm 1 \%$	$\pm 15 \%$	NIST, NEL

3 – 4 ° / Etude des performances des conditionneurs d'écoulement :

Un vaste programme de recherche aux grands laboratoires de recherche a été lancé pour étudier le comportement aérodynamique des dispositifs de conditionneurs et de redresseurs des écoulements. Les études faites au National Engineering Laboratory (Grande Bretagne) présentées par Keegans (1986), Reader – Harris et Keegans (1986) et au centre d'Etude et de Recherche de Toulouse (France) présentée par Gajan et Hebrard (1986, 1991) et aux Etats Unis faites par Breanan (1991) et Measurement school Edmonton (Canada) présenté par Blaine, Sawchuk et peck (1998) et International pipeline conference présenté par Umesh Kamik, Studzniki, Geerligs, Mike Rogi (1998) considèrent l'étude du développement des écoulements après des conditionneurs d'écoulement tels que le conditionneur à faisceaux de

tubes et le disque perforé. La plupart de ces études visaient l'étude de l'effet de ces dispositifs sur la précision des débitmètres installés en aval de ces éléments. Peu de travaux considèrent l'étude de l'efficacité des conditionneurs dans la production de la condition d'écoulement parfaitement établi. Les normes internationales ISO 5167 précisent une marge de variation acceptable de profil des vitesses moyennes de 6 %. Toute fois aucune indication n'est donnée pour la structure de la turbulence. L'étude expérimentale et numérique sur le développement des écoulements dans les conduites, réalisée par Aichouni (1992) montre clairement que si l'écoulement ne présente pas la structure turbulente associée à la condition l'écoulement établi, ce dernier continu son développement vers l'écoulement établi dans des longueurs de développement relativement importantes. Donc l'idéal est à ce que le conditionneur de l'écoulement doit produire la condition d'écoulement parfaitement établi en terme de profile des vitesses moyennes U et de la structure de turbulence. Ceci nécessite l'examen détaillé de la structure de l'écoulement produit par le conditionneur dans la zone de développement conséquent.

Laws et Shebech (1993) et Laws et Ouzzane (1994) présentaient une étude expérimentale du développement de l'écoulement après un disque perforé nouvellement conçu par Laws dénommé le conditionneur Laws. Ce conditionneur présente l'avantage d'être moins épais ($e = 0,123 D$) comparativement au conditionneur Zanker ($e = D$) ou au conditionneur à faisceaux de tubes ($e = 2$ à $4 D$). La chute de pression créée par ce conditionneur est relativement faible. En addition, c'est un dispositif facile à manufacturer. A partir des mesures du profile des vitesses moyennes après le conditionneur, Laws et Shebesh ont montré que la condition de l'écoulement établi peut être produite par ce conditionneur dans une distance de moins de 10 diamètres.

3 – 3 ° / Etude de l'effet des conditions géométriques du débitmètre :

Les débitmètres dans leur environnement industriel, sont appelés souvent à mesurer des fluides dont le degré de propreté varie (produits pétroliers contenant des contaminas par exemple). Les variations des propriétés physiques (densité, viscosité, pression ou température) ou dynamiques (vitesse ou débit) qui peuvent surgir lors des manœuvres des installations peuvent causer une modification des caractères corrosifs et érosifs des fluides transportés. En conséquence, des dépôts de matières, des piqûres de corrosion ou des

déformations peuvent être enregistrés au niveau des canalisations et des éléments accessoires.

Des recherches menées au NEL ont montrés qu'un débitmètre à turbine enregistre une sous estimation du débit de l'ordre de 76% lorsque il mesure un liquide visqueux chargé de grain de sable. Autres recherches de Mouss (1998) ont montré clairement que les dépôts de matière sur les parois internes du débitmètre Venturi causent des erreurs sur le coefficient de débit qui peuvent atteindre des valeurs de 30 %. Ces erreurs diminuent en fonction du nombre de Reynolds de l'écoulement. ces résultats sont confondus avec celle de Aichouni (1996), Yeh et Mattingly (1996), Laws et Ouazzane (1994) et Mc conaghy (1989).

De même, les variations brusques de la pression ou de la température engendrent des variations des propriétés physiques du fluide qui à leur tour sont la cause d'importants endommagements la géométrie du débitmètre ; Les diaphragmes, les tubes de Venturi, les débitmètres à effet vortex et les turbines sous les conditions industrielles souffrent souvent des problèmes de corrosion, d'érosion et de dépôt de matière.