

5 - DEBITMETRE THERMIQUE

Il existe plusieurs types de débitmètres thermiques industriels. Tous mettent en jeu l'équilibre thermique entre une source de chaleur et le liquide en écoulement. Les mises en œuvre industrielles peuvent être très variées, nous expliciterons dans ce chapitre les deux techniques principales et leur mise en œuvre .

51 - MESURE DE DEBIT PAR MESURE DE CAPACITE THERMIQUE

511 - PRINCIPE

On mesure la puissance électrique **P** fournie à une résistance chauffante pour augmenter la température du fluide d'une certaine valeur $\Delta\theta$ (quelques degrés).

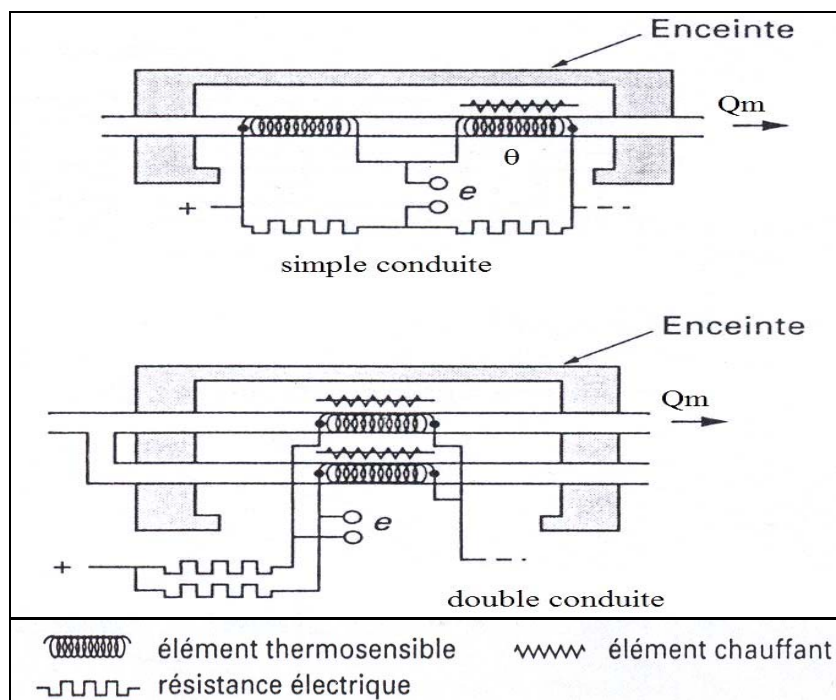
$$P = Q_m C_p \Delta\theta$$

La connaissance de P, de $\Delta\theta$ et de la capacité calorifique C_p du fluide permettent donc de connaître le débit massique Q_m .

Il est nécessaire que toute la masse du fluide soit uniformément chauffée et que les sondes de température soient en équilibre thermique avec le fluide. Par ailleurs la mesure de débit par mesure de C_p n'est réalisable que pour de faibles débits, quelques dizaines de grammes par heure. La partie sensible de capteur de débit peut cependant être associée à un répartiteur mettant en œuvre le débit total pouvant aller de quelques grammes à quelques dizaines de kilogrammes par heure.

512 - MISE EN ŒUVRE INDUSTRIELLE

Le schéma de principe est identique pour les deux techniques explicités dans ce chapitre :



Doc. Techniques de l'ingénieur « mesures et contrôles »

Le conduit a un faible diamètre (quelques millimètres), une faible épaisseur de paroi (quelques dixième de millimètre) adaptée à la pression d'utilisation et une longueur de quelques centimètres.

L'écoulement est laminaire.

Le conduit est disposé dans une enceinte protectrice isotherme dont la température est proche de la température ambiante.

L'équilibre de température entre le fluide et les parois est tel que le fluide possède une température homogène au sein du conduit, de l'entrée à la sortie.

Le fluide est localement échauffé, mais il est ramené à la température ambiante en sortie.

Deux thermistances et un élément chauffant sont disposés à l'extérieur du conduit en bon contact thermique avec lui.

Les deux thermistances font partie d'un pont de Wheatstone.

Au niveau de l'une d'entre elles, le fluide voit sa température augmentée du fait de l'élément chauffant.

Le pont est alors déséquilibré et une différence de potentielle e apparaît et est mesurée grâce à un millivoltmètre.

Conditions de service : - débit maximal : de 10 à 1000 g/h
- écart de température : de 1 à 10 °C

Avantages : - simplicité, robustesse, facilité de nettoyage
- faible perte de charge
- tenue et adaptation simple à la pression
- tenue à la corrosion, adaptation de la nature du conduit

52 – MESURE DE DEBIT PAR MESURE DE TRANSFERT THERMIQUE PAR CONVECTION

521 - PRINCIPE

Une résistance chauffante verra son énergie dissipée par transfert thermique de type convectif avec le fluide en écoulement. Plus la vitesse du fluide autour de la résistance sera importante, plus l'échange d'énergie sera grand. Deux fonctionnements sont possibles. Soit la puissance est imposée et l'on mesure l'écart de température entre la résistance et le fluide. Soit l'écart de température est imposé et l'on règle la puissance électrique par l'intermédiaire d'un régulateur.

En écoulement turbulent, $P = k Q_m^{0,8} \Delta\theta$ où P est la puissance dissipée et k une constante qui dépend de la construction et de la capacité calorifique du fluide.

La valeur de k pourra être fournie par le constructeur ou déterminée par un étalonnage, pour un liquide donné dans des conditions spécifiques. En outre, la connaissance de la puissance électrique fournie et de l'écart de température permettront d'accéder à la valeur du débit massique.

Ce débitmètre s'applique aux débits élevés et le capteur accepte la totalité du débit sans répartiteur. Il doit être dimensionné selon le débit à mesurer.

522 - MISE EN ŒUVRE INDUSTRIELLE

Contrairement aux appareils à capacité thermique, le conduit peut avoir un fort diamètre (plusieurs centimètres ou décimètres) .

Un élément chauffant crée un écart de température entre un détecteur aval, associé à l'élément chauffant et un détecteur amont de référence.

La surchauffe de la paroi est fonction du débit.

Ce capteur doit être dimensionné selon le débit à mesurer.

Avantages : - permet la mesure de débits élevés
- le capteur accepte la totalité du débit sans répartiteur