***ECOULEMENT DANS UN VENTURI***

1. ***INTRODUCTION***

Le venturi est un appareil utilisé pour mesurer le débit d’une conduite. Le fluide passe dans un convergent avant d’atteindre un col de section inférieure à celle de la conduite. La vitesse de l’écoulement augmente dans ce convergent. Cette augmentation de vitesse correspond par ailleurs à une diminution de la pression fonction du débit. En mesurant cette diminution de pression, on peut donc déduire la valeur du débit de l’écoulement. Après le col, le fluide passe dans un divergent ou il perd de sa vitesse et remonte en pression.

1. ***DESCRIPTION DE L’APPAREIL***

L’appareil est fabriqué en matériau transparent. L’eau fournie par l’alimentation du banc hydraulique arrive dans le venturi par un tuyau. Un autre tuyau flexible, branché après la vanne de commande, conduit l’eau sortante de l’appareil au réservoir de mesure du banc hydraulique.

Des prises de pression sont reliées à des tubes manométriques verticaux montés en face d’échelles graduées en mm. Ces derniers sont reliés entre eux à leurs extrémités supérieures par un collecteur permettant de régler la quantité d’air contenue dans l’appareil. Ce collecteur est équipé d’une valve à l’une de ses extrémités.

L’ensemble constituant l’appareil : Le venturi, les tubes manométrique, et les règles graduées, est monté sur un support à pieds réglables, qui permettent de mettre l’appareil a niveau –voir fig 1. Dans les venturis utilisés pour la mesure du débit dans les conduites, on ne perce qu’une prise de pression à l’entrée du divergent et une prise au niveau du col. Les valeurs, ainsi relevées, sont suffisantes pour déduire le débit.

 **Fig 1 :** Banc hydraulique de venturi

Les nombreuses prises de pressions percées sur le venturi d’étude ont pour but de permettre une étude précise de la répartition des pressions le long du divergent et du convergent du venturi.

1. ***CONDUITE DE L’EXPERIENCE***

Pour étudier le coefficient ***C*** du venturi, il est nécessaire de relever les valeurs ***(h1-h2)*** pour différents débits ***Q***. Dans un premier temps, il est nécessaire d’effectuer la mise à zéro des manomètres. Pour cela il faut chasser les poches d’air de l’appareil en remuent la vanne d’alimentation de réglage de débit placée à la sortie de l’appareil. Au bout de quelques instants, on referme peu à peu la vanne de réglage du débit pour augmenter la pression dans le venturi afin que l’eau pénètre dans les tubes manométriques et comprime l’air contenu dans le collecteur. Quand l’eau atteint le niveau désiré dans les tubes manométriques, on referme la vanne d’alimentation du banc hydraulique. Les deux vannes étant fermées, le venturi est plus soumis qu’à une pression statique modérée. Les pieds réglables du support sont ensuite manœuvrés pour mettre l’appareil de niveau.

Pour relever les valeurs ***(h1-h2)*** qui corresponde à différents débits il faudra choisir comme première valeur de débit celle qui correspond au maximum de ***(h1-h2)***. On obtient cette condition en ouvrant simultanément et progressivement les vannes du banc hydraulique et de l’appareil. Le débit volumique est mesuré en recueillant l’eau sortant de l’appareil dans le réservoir de mesure du débit du banc hydraulique. On relève les hauteurs de ***h1*** et ***h2*** correspondantes sur les tubes manométriques.

1. ***THEORIE DU VENTURI***

Considérons l’écoulement d’un fluide incompressible dans un convergent et divergent d’une conduite (voir fig 2). La section d’entrée (1) a une surface ***S1***, la section du col ***S2*** et toute section (n) aura une surface ***Sn***. Les tubes piézométriques placés au niveau des sections (1) et (2), (n) indiquent respectivement les hauteurs ***h1***, ***h2*** et ***hn***.



Fig 2 : Ecoulement dans un venturi

En appliquant l’équation de ***BERNOULLI*** et cela après avoir supposé que les vitesses et les hauteurs piézométriques sont constantes et qu’il n y a aucune perte de charge on aura :

$\frac{U\_{1}^{2}}{2g}+ h\_{1}= \frac{U\_{2}^{2}}{2g}+ h\_{2}= \frac{U\_{n}^{2}}{2g}+h\_{n}$ ………………………………..(1)

Avec : ***U1***, **U2**, ***Un*** : vitesses dans (1), (2), et (n).

L’équation de continuité entraine que :

$U\_{1} . S\_{1}= U\_{2} . S\_{2}= U\_{n} . S\_{n}=Q$ ………………………………..(2)

***Q***: débit volumique.

En remplaçant dans (1) la valeur de ***U1*** tirée de l’équation (2), on peut écrire :

$\frac{U\_{1}^{2}}{2g} . \left(\frac{S\_{2}}{S\_{1}}\right)^{2}+ h\_{1}= \frac{U\_{2}^{2}}{2g}+ h\_{2}$ …………………………………….(3)

En résolvant cette équation en ***U2***, on trouve que :

$U\_{2}= \left[\frac{2g . \left(h\_{1}-h\_{2}\right)}{1- \left(\frac{S\_{2}}{S\_{1}}\right)^{2}}\right]^{1/2}$

$Q= S\_{2} . \left[\frac{2g . \left(h\_{1}-h\_{2}\right)}{1-\left(\frac{S\_{2}}{S\_{1}}\right)^{2}}\right]^{1/2}$ ………………………………………. (4)

En réalité il y a une perte de charge entre les sections (1) et (2), en plus les vitesses ne sont pas constantes dans les sections droites. Le débit réel est en fait légèrement inferieur à la valeur trouvée en (4). On tien compte de cette différence en introduisant le coefficient C pour écrire :

$Q=C . S\_{2} . \left[\frac{2g . \left(h\_{1}-h\_{2}\right)}{1- \left(\frac{S\_{1}}{S\_{1}}\right)^{2}}\right]^{1/2}$ ……………………………………………(5)

**C** : coefficient du venturi et est fonction du débit.

La distribution idéale de pression dans le convergent- divergent est donnée par :

$h\_{n}-h\_{1}= \frac{\left(U\_{1}^{2}- U\_{n}^{2}\right)}{2g}$

Pour comparer le coté théorique et expérimental, il est pratique d’exprimer le rapport de ***(hn-h2)*** et de la charge dynamique au niveau du col.

$\frac{\left(h\_{n}-h\_{1}\right)}{\left(\frac{U\_{1}^{2}}{2g}\right)}= \frac{\left(U\_{1}^{2}-U\_{n}^{2}\right)}{U\_{2}^{2}}$ ……………………………………………(6)

Données : Pour la détermination du coefficient du venturi « ***C*** »

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N° des tubes | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L |
| Diamètre (mm) | 26.00 | 23.20 | 18.40 | 16.00 | 16.80 | 18.47 | 20.16 | 21.84 | 23.53 | 25.25 | 26.00 |

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

TP n°1 de turbomachines

 **Écoulement dans un venturi**

Compte rendu

 **Groupe :** ………….…….. **Date :** …………………………………….

 **Noms :** ……………………………………………………………………….

 ……………………………………………………………………….

 ……………………………………………………………………….

 ………………………………………………………………………

**Travail demandé :**

1. Remplir le tableau de calcule.
2. Tracer la courbe de (h1-h2) correspondant aux points A et D en fonction de Q.
3. Tracer le graphe de C en fonction de Q.
4. Remplir le tableau de la répartition des pressions dans le venturi.
5. Tracer (hn-h1)/(U2/2g) en fonction de la distance de l’entrée à la sortie.
6. Conclusions et commentaires.

**Valeurs expérimentales :**

**Tableau 1:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N° d’essai | Hauteur de pression A (mm CE) | Hauteur de pression D (mm CE) | (hA-hD)(mm CE) | Temps (s) | Débit masse (Kg/s) | Débit Qexp (m3/s) | Débit Qthe (m3/s) | Coef Venturi C |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Tableau 2:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N° du tube piézométrique | Tube 01 | Tube 06 |
| Q (m3/s)U2/2g | Q (m3/s)U2/2g |
| hn (mm) | hn-h1 (mm) | (hn-h1)/(U2/2g) | hn (mm) | hn-h1 (mm) | (hn-h1)/(U2/2g) |
| A (1) |  |  |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |
| D (2) |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |
| H |  |  |  |  |  |  |
| J |  |  |  |  |  |  |
| K |  |  |  |  |  |  |
| L |  |  |  |  |  |  |

 Commentaire : ………………………………………………………………………………………………………………………….

 ……………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 …………………………………………………………………………………………………………………………………………………

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ……………………………………………………………………………………………………………………………………………….

 Conclusion : ………………………………………………………………………………………………………………………………

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

 …………………………………………………………………………………………………………………………………………………