

Pression statique dans un tube à étranglement – Mesure avec le capteur de pression et CASSY

Objectifs expérimentaux

- Mesurer la pression relative statique dans un tube de Venturi.
- Reconnaître que la pression statique dans un tube de Venturi dépend de sa section transversale.

Notions de base

La pression totale p_{tot} est la somme de la pression statique p_s et de la pression dynamique p_d :

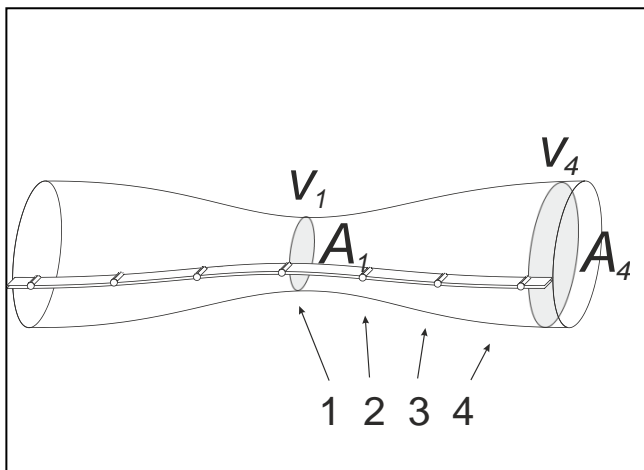
$$p_{\text{tot}} = p_s + p_d = \text{const.} \quad (\text{I})$$

Si on considère l'équation de Bernoulli dans le cas d'un fluide parfait et incompressible, on a pour les écoulements laminaires :

$$p_1 + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 \quad (\text{II})$$

ρ : masse volumique du fluide qui s'écoule

Fig. 1 Tube de Venturi : aires A_1 et A_4 de la section transversale, vitesses d'écoulement v_1 et v_4 . Les numéros 1 à 4 désignent les points de mesure.



Ensemble avec l'équation de continuité

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (\text{III})$$

v : vitesse d'écoulement

on a une bonne approximation du flux d'air dans un tube avec une aire A variable de sa section transversale.

Dans cette expérience, la pression relative statique Δp dans un tube de Venturi est mesurée pour différentes aires A_1 à A_4 de la section transversale (cf. Fig. 1).

$$\Delta p = p_s - p_{\text{tot}} \quad (\text{IV})$$

Δp : pression relative statique

N. B. : cette expérience est étroitement liée au TP P1.8.5.5 consacré à la détermination du débit volumique dans un tube de Venturi.

Matériel

1 ventilateur aspirant/refoulant.....	373 041
1 tube de Venturi avec multimanoscope	373 091
1 Sensor-CASSY 2.....	524 013
ou	
1 Mobile-CASSY	524 009A
ou	
1 Pocket-CASSY 2 Bluetooth.....	524 018
1 CASSY Lab 2	524 220
1 capteur de pression S, ± 70 hPa	524 066
1 pied en V, petit	300 02
1 tige 25 cm, 12 mm \varnothing	300 41
1 Noix Leybold	301 01

Complément nécessaire : 1 PC avec Windows XP ou version plus récente

Montage

- Équiper le ventilateur aspirant/refoulant de la buse étroite (100 mm) et du tube de Venturi.
- Poser la soufflerie à l'horizontale sur le socle (cf. Fig. 2).
- Utiliser le pied en V, la petite tige et la noix Leybold pour stabiliser le tube de Venturi. Ne pas serrer trop fort les vis de la noix Leybold !
- Enficher le capteur de pression S, ± 70 hPa à l'entrée A du Sensor-CASSY 2 (Fig. 2) ou dans le Mobile-CASSY (Fig. 4).
- Raccorder le tuyau de 3 mm du raccord de pression p_1 du capteur de pression S au tuyau de 5 mm du tube de Venturi.
- Raccorder l'autre extrémité du tuyau de 5 mm au point de mesure 1 (au milieu, cf. Fig. 1) du tube de Venturi.
- Laisser libre le raccord de pression p_2 du capteur de pression S pour ainsi pouvoir mesurer la différence par rapport à la pression atmosphérique p_0 .

N. B. : les points de mesure du côté admission ont été ignorés pour des raisons didactiques. Comme l'air n'est pas un gaz parfait, une pression dynamique positive est générée ici à cause du frottement.

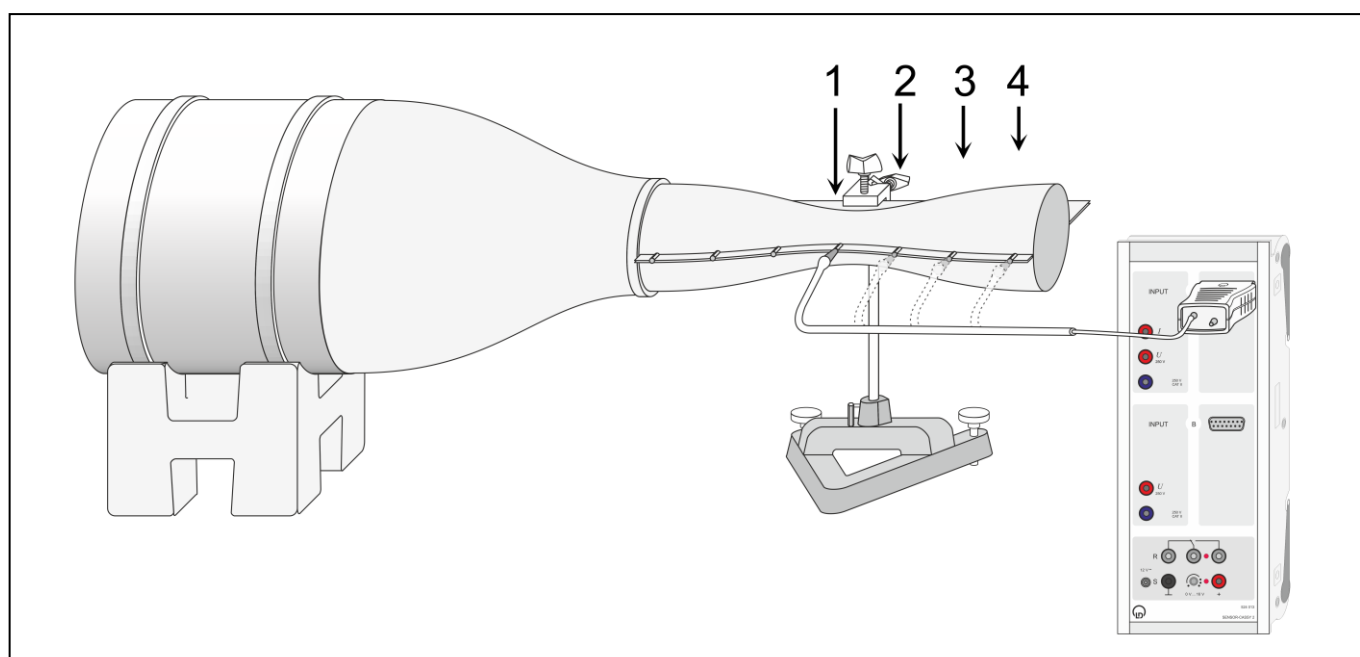
Consignes de sécurité

Veillez respecter les remarques de sécurité mentionnées dans le mode d'emploi du ventilateur aspirant/refoulant.

Avant d'enlever la grille de protection ou la buse,

- débrancher la prise secteur et
- attendre au moins 30 secondes jusqu'à ce que le ventilateur soit totalement arrêté.

Fig. 2 Montage expérimental avec le Sensor-CASSY 2

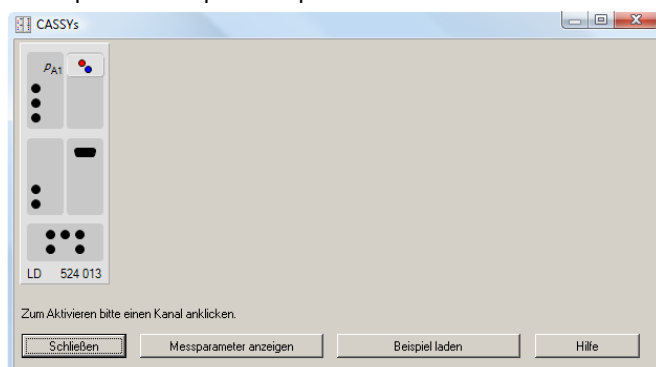


Manipulation

N. B. : répéter chaque mesure plusieurs fois afin de pouvoir estimer l'erreur de mesure.


a) Mesure avec le Sensor-CASSY 2


- Lancer le logiciel CASSY Lab 2 ou l'installer si cela n'est pas encore fait.
- [Charger les paramètres dans CASSY LAB 2.](#)
- Le capteur de pression S connecté est affiché lorsque le Sensor-CASSY 2 est branché à l'ordinateur via le port USB.
- Activer le capteur de pression S connecté à l'entrée A en cliquant sur Capteur de pression S.



N. B. : pour plus d'informations sur la connexion des capteurs avec le Sensor-CASSY 2, consulter le guide utilisateur de CASSY Lab 2 ou l'aide en ligne.










- Débrancher le tuyau du tube de Venturi.
- Calibrer le capteur de pression S en cliquant sur $\rightarrow 0 \leftarrow$. Pour ce faire, marquer le sous-menu « Pression relative p_1 » dans la fenêtre « Paramétrages ».
- Rebrancher le tuyau au tube de Venturi.
- Régler le ventilateur aspirant/refoulant sur la vitesse minimale (c.-à-d. : potentiomètre en butée gauche). Le mettre ensuite en marche.
- Augmenter lentement la vitesse du ventilateur jusqu'à ce que la « Pression relative p_1 » au point de mesure 1 (au milieu du tube de Venturi) soit d'env. -2 hPa.
- Relever la « Pression relative p_1 » (dans cette expérience $=\Delta p$).

N. B. : le bouton $\rightarrow 0 \leftarrow$ apparaît dans la fenêtre « Paramétrages »  lorsque « Pression relative p_1 » est marquée dans le sous-menu de « Modules CASSY ». Conseil : actionner le bouton $\rightarrow 0 \leftarrow$ avant chaque mesure.

- Pour enregistrer les valeurs de la pression avec CASSY Lab 2, cliquer sur le bouton  ou appuyer sur la touche de fonction F9 lorsque la feuille de travail « $\Delta p(A)$ [autom.] » est affichée.
- Passer d'un point de mesure à l'autre et répéter la dernière étape pour les aires de section transversale A_2 à A_4 .

b) Mesure avec le Mobile-CASSY

N. B. : pour enregistrer automatiquement les valeurs de la pression, suivre les instructions du point a).

- Mettre Mobile-CASSY en marche avec .
- Ouvrir le menu principal en réappuyant sur .
- Sélectionner le sous-menu « Grandeurs mesurées » avec  ou  puis valider avec le bouton  droit.
- Sélectionner le sous-menu « p » avec le bouton  droit.
- Sélectionner « Corriger l'offset » et mettre la valeur de la pression à zéro en appuyant sur le bouton  droit.
- Appuyer sur le bouton  puis sur le bouton  gauche pour afficher la valeur actuelle de la pression.
- Régler le ventilateur aspirant/refoulant sur la vitesse minimale (c.-à-d. : potentiomètre en butée gauche). Le mettre ensuite en marche.
- Augmenter lentement la vitesse du ventilateur jusqu'à ce que la pression relative statique au point de mesure 1 (au milieu du tube de Venturi) soit d'env. -2 hPa.
- Relever la pression relative statique.
- [Charger les paramètres dans CASSY LAB 2](#) et saisir les valeurs de la pression dans le tableau « $\Delta p(A)$ [manu.] ».
- Passer d'un point de mesure à l'autre et mesurer la pression relative statique pour les aires de section transversale A_2 à A_4 .

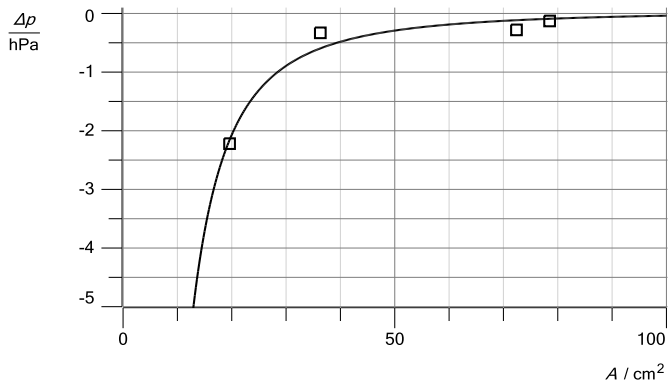
N. B. : pour plus d'informations sur l'utilisation du Mobile-CASSY, voir le mode d'emploi (524 009A).

Exemple de mesure

Tab. 1 Pression relative statique Δp aux points de mesure 1 à 4 et aires de section transversale A_1 à A_4 dans le tube de Venturi (cf. Fig. 1).

PM	1	2	3	4
$\frac{A}{\text{cm}^2}$	19,6	36,3	72,4	78,5
$\frac{\Delta p}{\text{hPa}}$	-2,22	-0,33	-0,28	-0,13

Fig. 3 Pression relative statique Δp en fonction de l'aire A de la section transversale



Exploitation et résultat

La pression relative statique diminue proportionnellement au carré de l'aire de la section transversale du tube Venturi :

$$\Delta p \propto -\frac{1}{A^2}$$

N. B. : répéter les séries de mesures pour différentes vitesses d'écoulement afin de déterminer une relation entre la vitesse d'écoulement v et la pression relative statique Δp (voir Fig. 5). Pour déterminer la vitesse d'écoulement, utiliser un anémomètre à la sortie du tube de Venturi.

Pour de plus grandes vitesses d'écoulement, la valeur absolue de la pression relative statique augmente elle aussi :

$$\Delta p \propto -v^2$$

Fig. 4 Pression relative statique Δp au point de mesure 1 en fonction de la vitesse d'écoulement (estimée) v_1

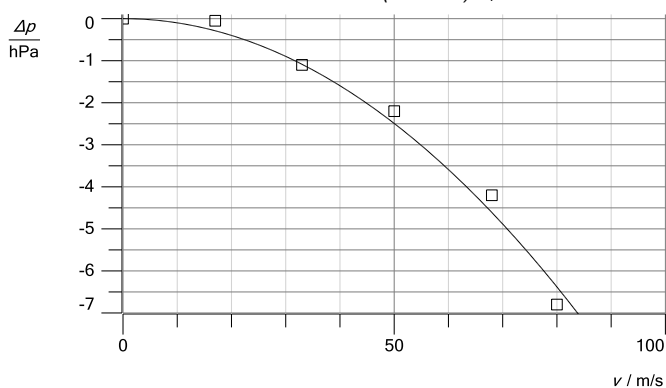


Fig. 5 Montage expérimental avec le Mobile-CASSY

