

Pression statique dans un tube à étranglement – Mesure de la pression avec le manomètre de précision

Objectifs expérimentaux

- Mesurer la pression relative statique dans un tube de Venturi.
- Déterminer la pression relative statique dans un tube de Venturi en fonction de l'aire 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 :

$$p_{s1} + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_{s2} + \frac{\rho}{2} v_2^2 \quad (\text{II})$$

ρ : masse volumique du fluide qui s'écoule

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.

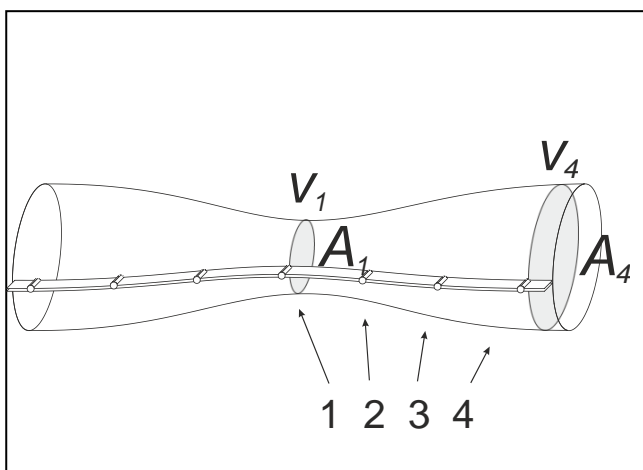
Dans cette expérience, la pression relative statique Δp dans un tube de Venturi est mesurée pour différentes aires A_1 à A_4 de la section transversale (cf. fig. 1).

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

Δp : pression relative statique

N. B. : cette expérience est étroitement liée au TP P1.8.5.2 consacré à la détermination du débit volumique dans un tube de Venturi.

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 pour la pression statique p_s .



Matériel

1 ventilateur aspirant/refoulant.....	373 041
1 tube de Venturi avec multimanoscope	373 091
1 manomètre de précision.....	373 10
2 pieds en V, petits.....	300 02
1 tige 25 cm, 12 mm Ø.....	300 41
1 tige 47 cm, 12 mm Ø.....	300 42
1 Noix Leybold	301 01

En option :

1 CASSY Lab 2	524 220
<i>Complément : 1 PC avec Windows XP ou version plus récente</i>	

Montage

Équiper le ventilateur aspirant/refoulant de la buse étroite (100 mm) et du tube de Venturi du côté refoulement. 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. Intercaler une lame métallique entre la noix Leybold et le tube de Venturi. Ne pas serrer trop fort les vis de la noix Leybold !

- Positionner le manomètre de précision parfaitement à l'horizontale. Si nécessaire, rajoutez du liquide manométrique dans le réservoir.
- Raccorder le tuyau du manomètre de précision au raccord pour dépression (à droite).
- Raccorder l'autre extrémité du tuyau à l'embout de raccordement et l'enficher au point de mesure 1 du tube de Venturi (cf. fig. 2).
- Laisser libre le raccord pour surpression (à gauche) du manomètre de précision afin de 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.

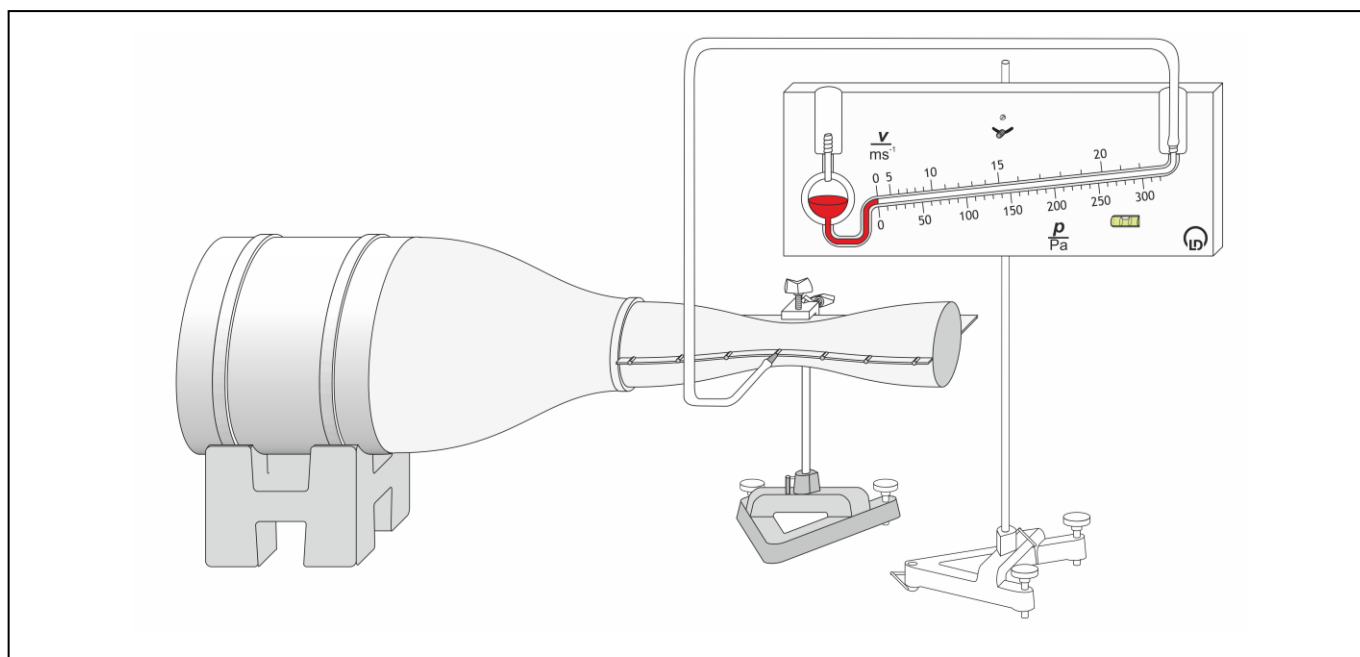
Consignes de sécurité

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 manomètre de précision



Manipulation

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

a) Mesure sans CASSY Lab 2

- 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 Δp au point de mesure 1 (milieu du tube de Venturi) soit d'env. -200 Pa.
- Relever la pression relative statique Δp et la noter dans un tableau, ensemble avec l'aire A correspondante de la section transversale :




$\frac{A_1}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_2}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_3}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_4}{\text{cm}^2}$
19,6	36,3	72,4	78,5

- Passer d'un point de mesure à l'autre et mesurer la pression relative Δp pour les aires de section transversale A_2 à A_4 .

b) Mesure avec CASSY Lab 2

- Lancer le logiciel CASSY Lab 2 ou l'installer si cela n'est pas encore fait.
- 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 Δp au point de mesure 1 (milieu du tube de Venturi) soit d'env. -200 Pa.
- 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 Δp pour les aires de section transversale A_2 à A_4 :

$\frac{A_1}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_2}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_3}{\text{cm}^2}$	$\frac{A_4}{\text{cm}^2}$
19,6	36,3	72,4	78,5

N. B. : pour enregistrer d'autres séries de mesures en plus de celles qui sont préparées, ouvrir « Mesurer » dans la barre de menus puis sélectionner  « Ajouter une nouvelle série ». Sélectionner le tableau « $\Delta p(A)$ » et cliquer une fois sur . Ouvrir la fenêtre  « Paramétrages » et marquer « $\Delta p(A)$ » dans le sous-menu « Représentations ». Cliquer sur le bouton « Ajouter une nouvelle courbe » puis sélectionner « $\Delta p\#2$ » dans le menu déroulant pour l'axe y ».

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
$\frac{\Delta p}{\text{Pa}}$	-222	-33	-28	-13

Exploitation et résultat

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

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

Fig. 1 Pression relative statique Δp en fonction de l'aire A de la section transversale

