

PCPI – 1 TS CIRA BTS CIRA Contrôle Industriel et Régulation Automatique	Chapitre 7 BERNOUILLI CORRECTION
Travaux pratiques	TP7– Mesure de DEBITS à l’aide d’un organe déprimogène
Objectifs : • Trouver la relation expérimentale entre la pression différentielle dans un organe déprimogène • Exploiter la relation entre la pression différentielle dans un organe déprimogène et le débit volumique pour réaliser une mesure de celui-ci	

INTRODUCTION

La mesure de débit est nécessaire à la bonne conduite des processus industriels, au même titre que la mesure de pression, niveau, température

Connaître, **les débits**, c’est connaître les **quantités** de produits qui entrent et qui sortent des différentes unités de production.



PROBLEME

Une mesure directe de débit peut être réalisée par comptage volumétrique (volume de fluide écoulé par unité de temps) comme sur les compteurs d’eau ou de gaz, **mais la mesure perturbe sérieusement la grandeur.**

SOLUTION

D’où d’autres **mesures indirectes du débit** : on mesure une autre grandeur (vitesse, pression ...) qui permet par une formule d’accéder ensuite au débit.

PRESENTATION : Qu’est-ce qu’un ORGANE DEPRIMOGENE ?

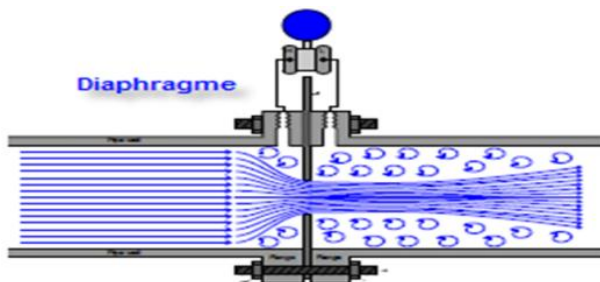
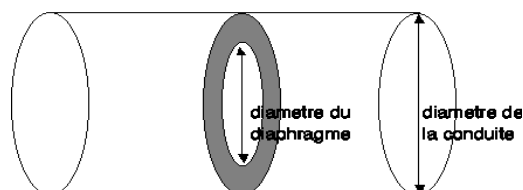
Les mesures de débits peuvent se réaliser grâce à un débitmètre à **DIAPHRAGME**.

C’est quoi un diaphragme ?

Un diaphragme est un **ORGANE DEPRIMOGENE**, c’est-à-dire une restriction (diminution de section d’une canalisation) placée volontairement dans la canalisation dans laquelle on souhaite connaître le débit d’écoulement du fluide.

Pourquoi un diaphragme ?

Cette restriction engendre **UN CHANGEMENT DE PRESSION STATIQUE** (d’où le nom d’organe déprimogène).



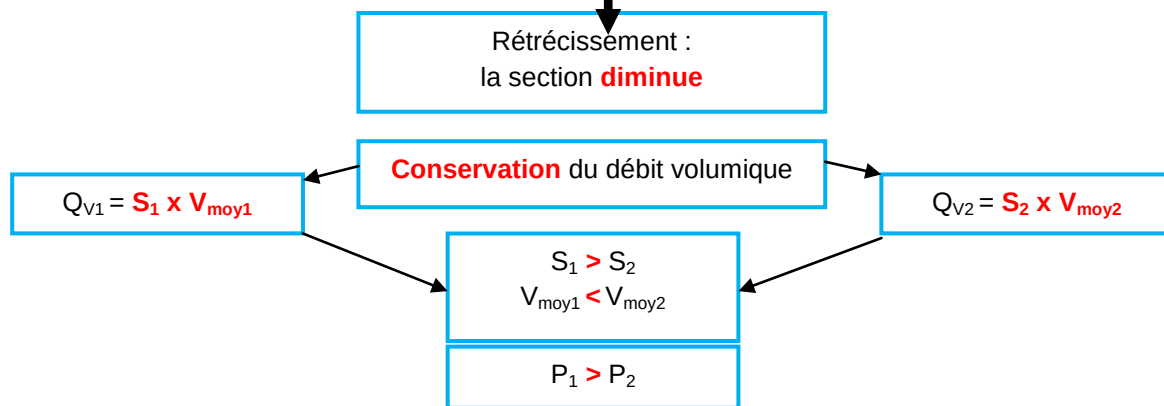
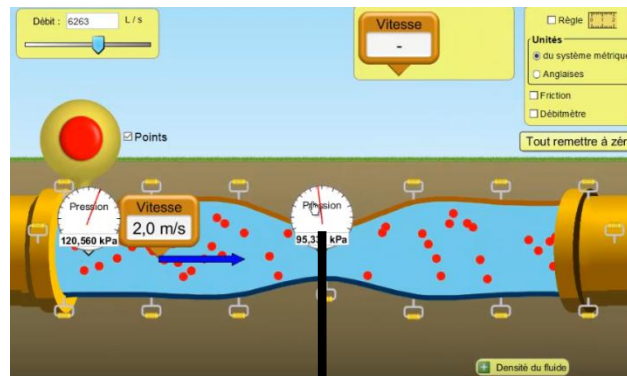
QUEL EST LE LIEN AVEC THEOREME BERNOULLI ?

Au niveau du rétrécissement :

- la vitesse est plus **grande** du fait de la conservation du débit
- la pression est plus **faible**

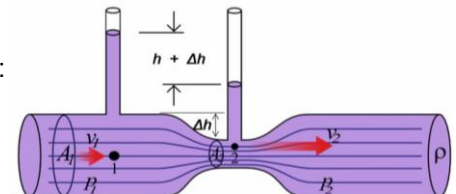


<https://www.youtube.com/watch?v=FGg5o5pMFn8>



D'où le théorème de Bernoulli généralisé simplifié en **pression** entre les points 1 et 2 :

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy1}^2 + P_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 + \Delta P_{pompe} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy2}^2 + P_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + \Delta H_{charge}$$



SIMPLIFICATIONS

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy1}^2 + P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy2}^2 + P_2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy1}^2 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{moy2}^2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_{moy1}^2 - v_{moy2}^2)$$

$$\text{Or } v_{moy1} = \frac{Q_v}{S_1} \quad v_{moy2} = \frac{Q_v}{S_2}$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{Q_v^2}{S_1^2} - \frac{Q_v^2}{S_2^2} \right)$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right) \times Q_v^2$$

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right) \times Q_v^2$$

$$\sqrt{P_2 - P_1} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{1}{S_1^2} - \frac{1}{S_2^2} \right)} \times Q_v$$

JE CONNAIS
COEFFICIENT
NOTE K

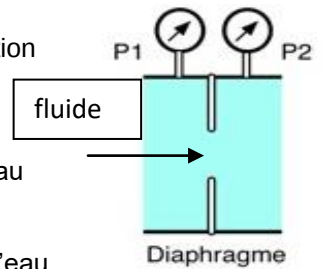
JE MESURE

JE DEDUIS

PRINCIPE de la mesure de DEBIT avec un diaphragme

► Pour accéder à la détermination du débit dans le cas d'un organe déprimogène, il s'agit de déterminer les caractéristiques de l'organe déprimogène (le diaphragme dans notre cas).

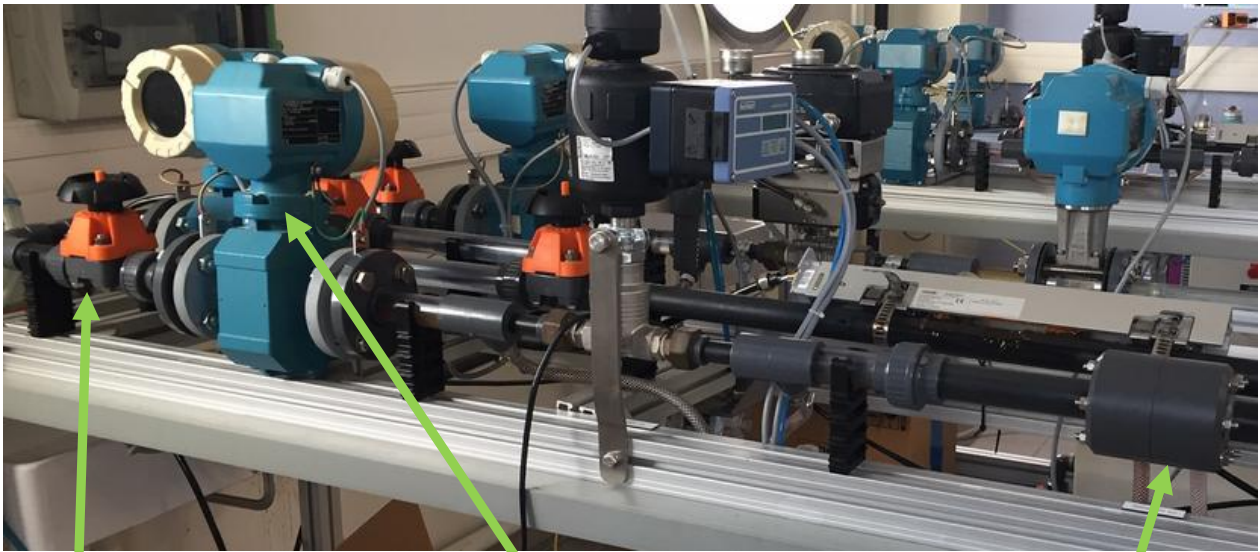
Cela signifie qu'il faut déterminer la relation entre le débit de l'eau circulant dans la canalisation et la différence de pression subie par le fluide à la traversée du diaphragme.



► Il suffit donc d'utiliser :

- Un transmetteur de pression qui donnera la valeur de la différence de pression ΔP au niveau du diaphragme ($\Delta P = P_2 - P_1$)
- Un débitmètre étalon de grande précision qui donnera la valeur précise du débit de l'eau circulant dans le circuit hydraulique.

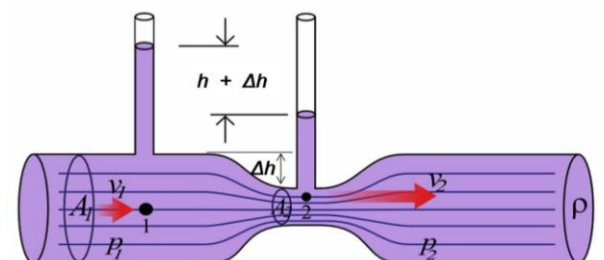
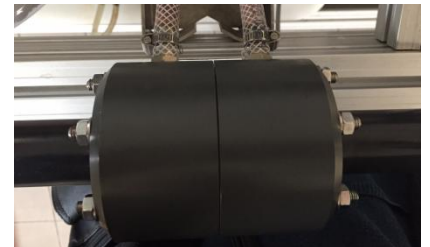
MATERIEL



Vanne permettant de faire varier le **débit** de l'eau à travers le circuit hydraulique

Débitmètre électromagnétique permettant de connaître le débit volumique de l'eau circulant dans le circuit hydraulique

Diaphragme étudié, avec 2 prises de pression permettant d'accéder à la différence de pression au niveau du diaphragme



MANIPULATION

- 1- **Régler au minimum** la vanne de réglage de débit.
- 2- **Noter** les valeurs prises par le débit et la différence de pression ΔP dans la colonne correspondante du tableau suivant.
- 3- **Régler au maximum** la vanne de réglage de débit.
- 4- **Noter** les valeurs prises par le débit et la différence de pression ΔP dans la colonne correspondante du tableau suivant.
- 5- Pour différentes ouvertures de la vanne comprises entre l'ouverture minimale et l'ouverture maximale, et régulièrement espacées, **noter** :



→ le **débit d'eau** Q_v qui circule dans la canalisation

→ la **différence de pression** ΔP au niveau du diaphragme de manière à compléter le tableau suivant :

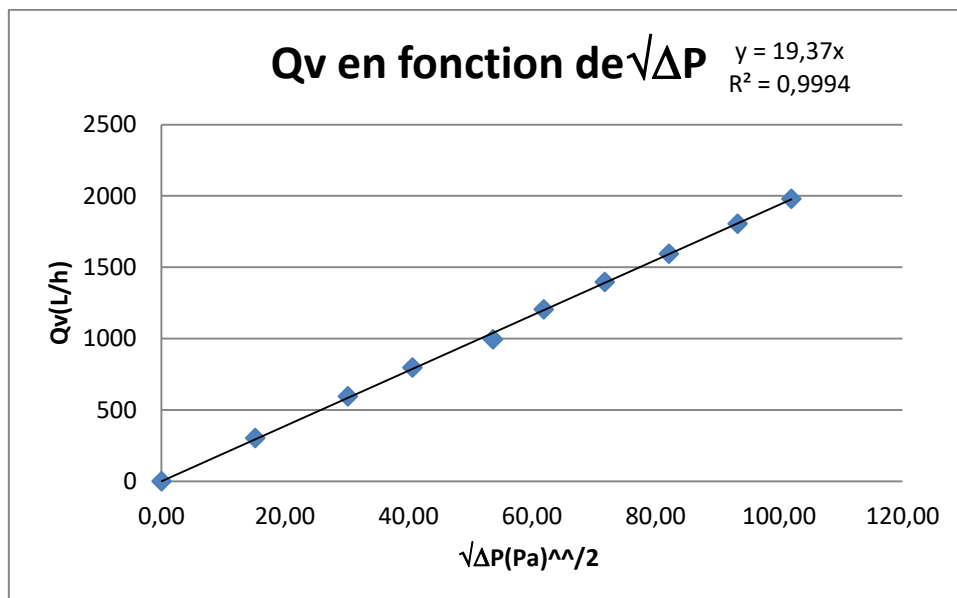
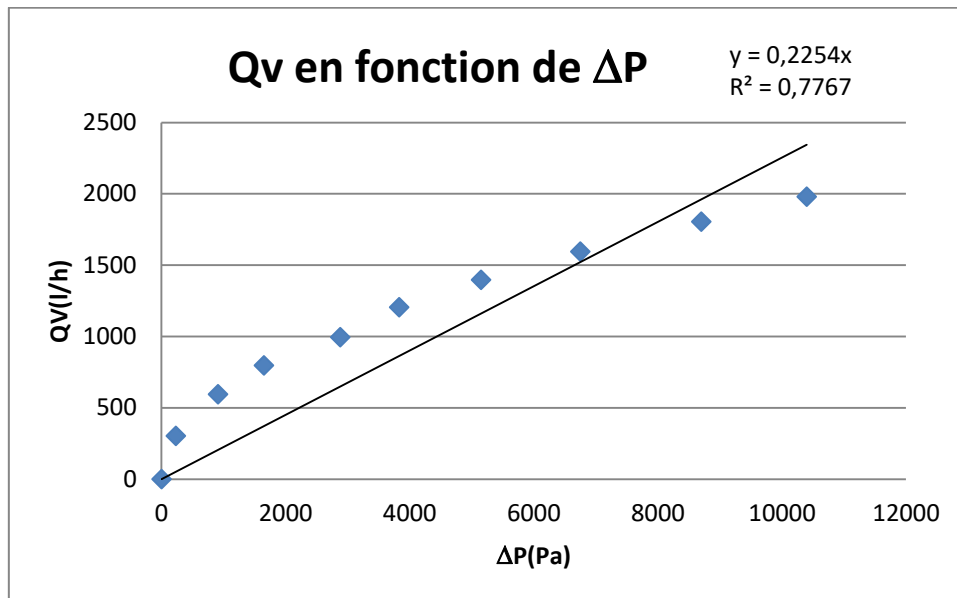
ΔP	Q_v	$\sqrt{\Delta P}$
(Pa)	(L/h)	(Pa)
0	$Q_v \text{ min} = 0$	0,00
230	303	15,17
910	595	30,17
1650	797	40,62
2880	995	53,67
3830	1205	61,89
5150	1397	71,76
6750	1595	82,16
8700	1805	93,27
10400	$Q_v \text{ max} = 1980$	101,98

- 6- Sur EXCEL,
 - **tracer** ensuite les courbes suivantes :
 - Le débit volumique Q_v (en L/h) en fonction de ΔP (en Pa)
 - Le débit volumique Q_v (en L/h) en fonction de $\sqrt{\Delta P}$
 - **modéliser** chaque courbe obtenue par une droite passant par l'origine.

DON'T FORGET!

Il faut afficher :

- L'équation de la courbe de tendance
- Le coefficient de détermination R^2



7- Un modèle peut être considéré comme valide si le coefficient de détermination R^2 est supérieur à 0,995.

a- **Choisir** la courbe qui représente le mieux le comportement du diaphragme.

ON ATTEND QUELQUE CHOSE DE LINEAIRE DONC GRAPHIQUE 2

b- **En déduire** le coefficient K du diaphragme, qui correspond à la constante de proportionnalité indiquée pour la courbe adaptée au diaphragme.

K = 19,37

APPLICATION : DETERMINATION d'un débit inconnu

8- D'après ce qui précède, pour une ouverture quelconque de la vanne imposée par votre professeur, **trouver** le débit correspondant.

