

EPROUVETTE SUR PIED A DEUX ORIFICES

REF : 243 018

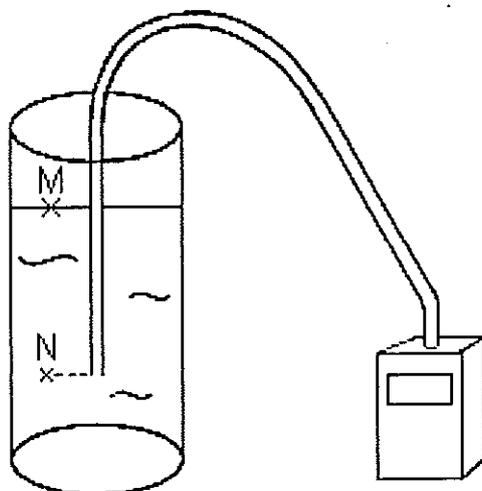
PRINCIPE FONDAMENTAL DE L'HYDROSTATIQUE

I OBJECTIFS :

- Mesurer la pression au sein d'un liquide au repos.
- Mesurer la différence de pression entre deux points d'un liquide au repos.
- Vérifier le principe fondamental de l'hydrostatique.

II DESCRIPTION

L'éprouvette est livrée avec 2 bouchons pleins et 2 bouchons percés.



Matériel complémentaire :

- un manomètre électronique ou à eau (251039)
- un tube en plexiglass (243021)
- un réglet (ou du papier millimétré) (313132)
- une série de densimètres (243014 et 243002)

Précautions d'emploi :

Nettoyer à l'eau additionnée de savon et essuyer le matériel après toute utilisation.

9903

III MANIPULATIONS :

Mesurer la pression atmosphérique p_{atm} .

Remplir l'éprouvette avec de l'eau.

Mesurer la pression p_M à la surface libre du liquide.

Plonger le tube en plexiglass dans l'éprouvette.

Vérifier que :

- la pression p_N est la même en tout point d'un même plan horizontal,
- la pression p_N augmente avec la profondeur d'immersion.

Mesures :

Relever la pression p_N pour plusieurs profondeurs d'immersion h .

En déduire la différence de pression $p = p_N - p_M$ aux différentes profondeurs d'immersion h .

Tracer $p = f(h)$; montrer que les grandeurs pression p et profondeur d'immersion h sont proportionnelles ; déterminer le coefficient de proportionnalité.

Refaire la même expérience en remplaçant l'eau par différents liquides dont on déterminera la masse volumique ρ .

Montrer que pour chacun des liquides testés, le coefficient de proportionnalité est égal au produit $\rho \times g$.

Résultats :

$$p_{atm} =$$

profondeur d'immersion h (cm)						
pression lue (hPa)						
différence de pression p (hPa)						

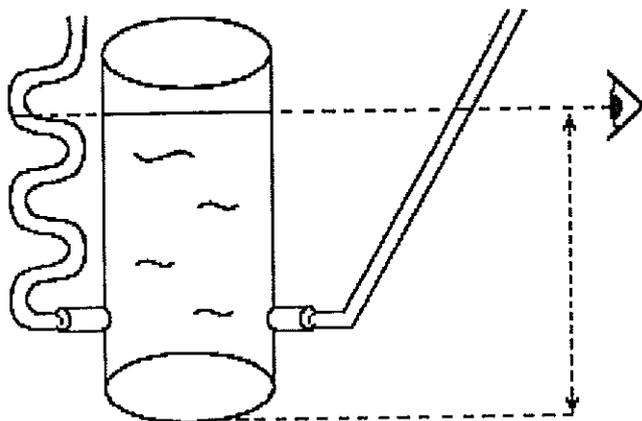
VASES COMMUNIQUANTS

I OBJECTIFS :

Vérifier le principe des vases communicants.

II DESCRIPTION:

Une éprouvette sur pied à deux orifices avec 2 bouchons pleins et deux bouchons percés (243018)



Matériel complémentaire :

- 4 tubes en verre de forme différentes (243019)

Précautions d'emploi :

Nettoyer à l'eau additionnée de savon et essuyer le matériel après toute utilisation.

Principe :

Les surfaces libres communicantes d'un liquide sont planes et sur un même plan horizontal.

III MANIPULATION :

Adapter au vase cylindrique la série de tubes de différentes formes.

Remplir le vase d'eau. Observer le niveau de l'eau dans l'éprouvette et dans les tubes : le niveau de l'eau est le même dans les différents tubes.

Remarque : un phénomène de capillarité se manifeste au niveau des différents tubes : le niveau de l'eau est légèrement plus haut dans les tubes que dans l'éprouvette (voir Capillarité).

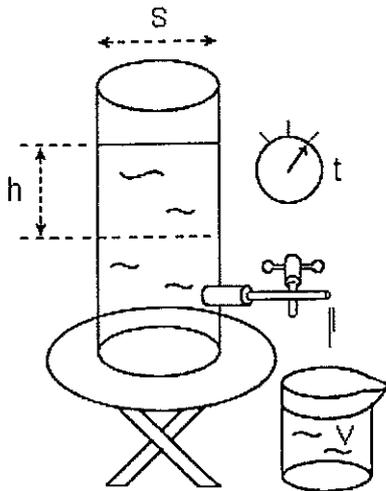
MESURE DE DEBIT

I OBJECTIFS :

Mesurer une vitesse moyenne d'écoulement . Mesurer un débit.

II DESCRIPTION :

Une éprouvette sur pied à deux orifices avec 2 bouchons pleins et deux bouchons percés (243018)



Matériel complémentaire :

- un élévateur à croisillons (701036)
- un chronomètre (351037)
- un crayon à verre (703115)
- un réglet (ou du papier millimétré) (313132)
- un bécher (ou une éprouvette) gradué (713122)
- un robinet (723102)

Précautions d'emploi :

Nettoyer à l'eau additionnée de savon et essuyer le matériel après toute utilisation.

Principe :

Le débit volumique Q d'un liquide est le volume de fluide qui s'écoule en 1 seconde à travers une section S .

Le débit volumique Q d'un liquide est donc égal au produit de la vitesse v d'écoulement du liquide par la section S de l'écoulement.

III MANIPULATION :

Fermer le robinet et remplir le vase d'eau. Repérer la hauteur d'eau dans le vase.

Ouvrir le robinet et mesurer le temps t nécessaire à l'écoulement d'un certain volume V d'eau. Mesurer la baisse de niveau h dans le vase durant ce même temps t .

Veiller à ce que cette baisse ne soit pas trop importante, afin que le débit reste sensiblement constant.

Calculer le débit volumique Q (m^3/s) : $Q = \frac{V}{t}$

Calculer la vitesse moyenne d'écoulement v : $v = \frac{h}{t}$

Calculer le produit $S \times v$ où S est la section droite de l'éprouvette cylindrique.

Comparer les grandeurs Q et $S \times v$.

Résultats :

$V =$	cm^3
$t =$	s
$h =$	cm
$S \approx$	cm^2

Soit $Q \approx$ m^3/s et $S \times v \approx$ m^3/s

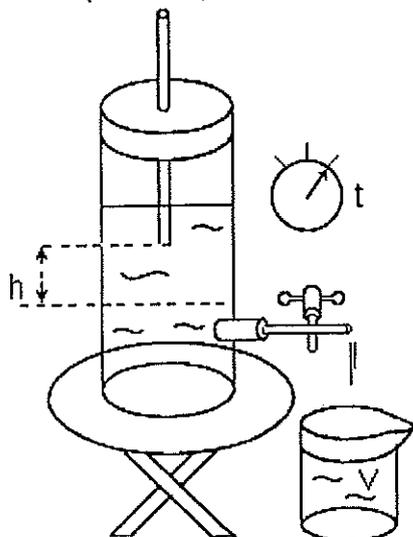
THEOREME DE TORRICELLI

I OBJECTIFS:

Vérifier la validité du théorème de Torricelli.

II DESCRIPTION:

Une éprouvette sur pied à deux orifices avec 2 bouchons pleins et deux bouchons percés (243018)



Matériel complémentaire :

Vase de Mariotte :

- un bouchon percé n° 18 (243022)
- un tube en plexiglass (243021)
- un robinet diamètre intérieur 4,8 mm (723102).

- un élévateur à croisillons (701036)
- un chronomètre (351037)
- un réglet (ou du papier millimétré) (313132)
- un bécher (ou une éprouvette) gradué (713123)

Précautions d'emploi :

Remplir le vase de Mariotte entre chaque mesure.

Vérifier que le tube « bulle » lors de l'écoulement.

Améliorer les résultats des mesures en recueillant un volume d'eau important.

Nettoyer à l'eau additionnée de savon et essuyer le matériel après toute utilisation.

Faire sécher séparément le tube et le bouchon.

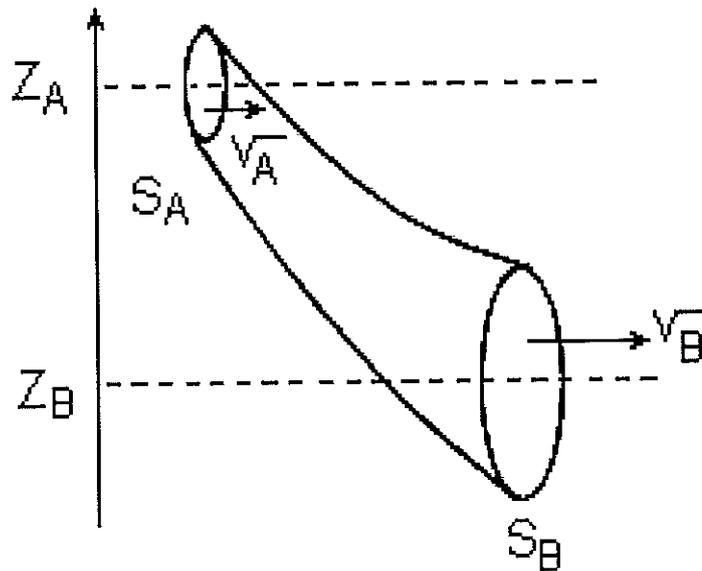
Principe :

L'état d'un fluide, de masse volumique ρ (kg/m³), en écoulement est caractérisé par :

- sa vitesse v (m/s) ;
- sa pression p (Pa) ;
- son altitude z (m) par rapport à une altitude de référence.

Pour un fluide parfait, incompressible, en écoulement permanent dans une conduite de section non constante, le théorème de Bernoulli permet de mettre en équation ces trois variables entre un état A et un état B :

$$p_A + \rho \cdot g \cdot z_A + \frac{1}{2} \rho \cdot v_A^2 = p_B + \rho \cdot g \cdot z_B + \frac{1}{2} \rho \cdot v_B^2$$



Appliqué au vase de Mariotte,

état du fluide en A :

$$v_A = 0$$

$$p_A = p_{atm.}$$

$$z_A = h$$

état du fluide en B :

$$v_B = v$$

$$p_B = p_{atm.}$$

$$z_B = 0 \quad (\text{référence})$$

La relation théorique conduit au théorème de Torricelli :

$$v = \sqrt{2g \cdot h}$$

La vitesse d'écoulement est indépendante du liquide ; elle ne dépend que de la hauteur h : le liquide s'écoule à la même vitesse qu'un mobile tombant en chute libre d'une hauteur h .

Le vase de Mariotte permet d'obtenir un débit réglable et constant.
 En pratique, la vitesse réelle d'écoulement est donnée par la relation :

$$v = \alpha \times \sqrt{2g \cdot h}$$

La valeur de α (<1) dépend principalement de la forme de l'orifice d'écoulement.

III MANIPULATION :

Fermer le robinet et remplir l'éprouvette d'eau. Positionner le tube de façon que son orifice inférieur A soit au même niveau que l'orifice d'écoulement (robinet) B. Ouvrir le robinet ; observer : l'eau ne s'écoule pas.

Positionner l'orifice A du tube à des hauteurs h croissantes de l'orifice d'écoulement B ; observer : le débit augmente avec la dénivellation h .

Pour différentes hauteurs h , mesurer le temps t nécessaire à l'écoulement d'un volume V d'eau sensiblement identique.

Calculer la vitesse v d'écoulement correspondant à chaque dénivellation h :

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{V}{t \cdot S}$$

Montrer que les grandeurs h et v^2 sont proportionnelles.

Refaire l'expérience en utilisant :

- différents orifices d'écoulements liquides ;
- différents liquides.

Résultats :

hauteur h (cm)	volume d'eau recueilli V (cm ³)	temps d'écoulement t (s)	vitesse d'écoulement v (m/s)	v^2 ((m/s) ²)

PERTES DE CHARGE

I OBJECTIFS :

Observer les phénomènes de pertes de charge ;

Mesurer les pertes de charge linéiques $\frac{\Delta p}{l}$.

II DESCRIPTION:

Une éprouvette sur pied à deux orifices avec 2 bouchons pleins et deux bouchons percés (243018)

Matériel complémentaire :

- ensemble de tubes en verre pour étude des pertes de charge avec et sans étranglement (243020)
- un bouchon percé n° 18 (243022)
- un tube en plexiglass (243021)
- un crayon à verre (703115)

Précautions d'emploi :

Pour faire disparaître les bulles d'air emprisonnées dans les tubes piézométriques utiliser par exemple une fine baguette de bois.

Nettoyer à l'eau additionnée de savon et essuyer le matériel après toute utilisation.

Principe :

L'écoulement permanent et laminaire d'un fluide dans une canalisation s'accompagne d'une chute de pression appelée perte de charge, tout au long du trajet de pression appelées pertes de charge.

Ces pertes de pression seront visualisées à l'aide de tubes piézométriques.

III MANIPULATION :

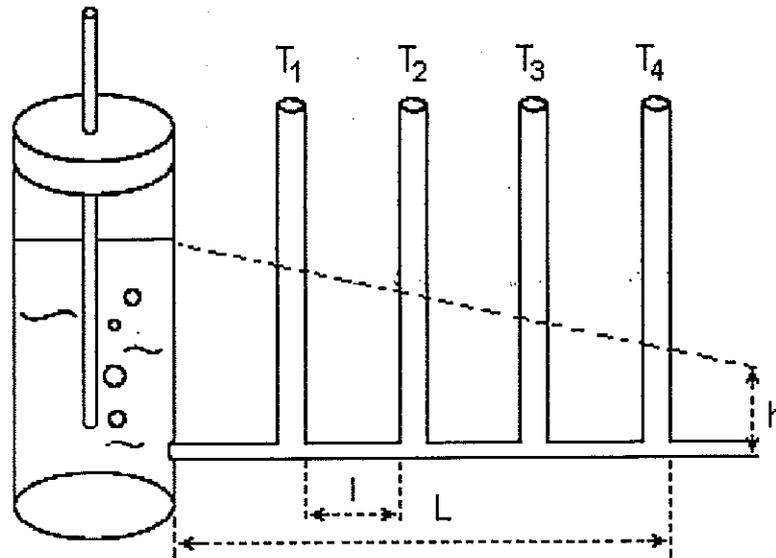
1. Pertes de charge linéaires ou régulières

Adapter à l'éprouvette au tubes sans étranglement.

Boucher l'orifice de l'ensemble de tubes sans étranglement et remplir le vase d'eau. Observer le niveau de l'eau dans l'éprouvette et dans les quatre tubes piézométriques : le niveau de l'eau est le même dans l'éprouvette et dans les quatre tubes.

Réaliser un écoulement laminaire, en débouchant l'orifice; veiller à maintenir un niveau constant dans l'éprouvette soit à l'aide d'une arrivée constante d'eau soit en réalisant un vase de Mariotte (voir schéma). Observer le niveau de l'eau dans l'éprouvette et dans les quatre tubes piézométriques : le niveau de l'eau dans les quatre tubes décroît régulièrement.

Vérifier que la chute de pression dépend de la vitesse d'écoulement.



Mesurer la hauteur d'eau h dans les quatre tubes piézométriques et la distance L du vase cylindrique à chacun de ces tubes.

Calculer les pressions p (en Pa) dans les quatre tubes piézométriques :

$$p = \rho \times g \times h$$

Montrer que la perte de pression Δp entre deux points est proportionnelle à la distance l séparant ces deux points.

En déduire la valeur, en Pa/m, des pertes de charge linéiques $\frac{\Delta p}{l}$.

Résultats :

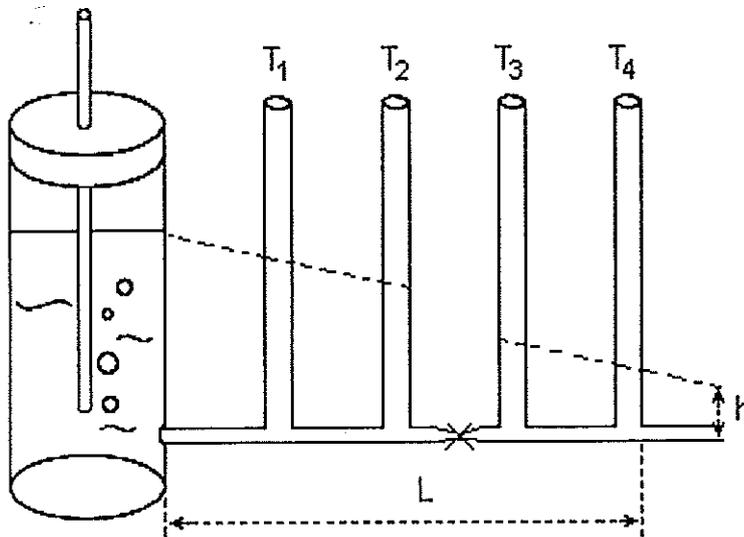
Tube	T_1	T_2	T_3	T_4
h (cm)				
p (Pa)				
L (cm)				

Soit : $\frac{\Delta p}{l} \approx$ N/m

Les pertes de charge linéaires sont dues aux frottements du fluide sur les parois plus ou moins rugueuses de la canalisation.
 Les pertes de charge linéaires dépendent de la vitesse d'écoulement
 (et donc du type d'écoulement).

2. Pertes de charge singulières ou locales

Adapter à l'éprouvette l'ensemble de tubes avec étranglement.
 Boucher l'orifice de l'ensemble et remplir l'éprouvette d'eau.
 Réaliser un écoulement, en débouchant l'orifice de l'ensemble (veiller à maintenir un niveau constant dans le vase). Observer le niveau de l'eau dans l'éprouvette et dans les quatre tubes piézométriques : le rétrécissement provoque une nouvelle chute de pression correspondant à un écoulement plus long mais sans rétrécissement.



Mesurer la hauteur d'eau h dans les différents tubes piézométriques et la distance L du réservoir à chacun de ces tubes.
 Calculer les pressions p (en Pa) dans les quatre tubes piézométriques.

Résultats :

Tube	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
h (cm)				
p (Pa)				
L (cm)				

Les pertes de charge singulières sont dues à la présence d'obstacles qui freinent le passage du fluide.
 Ces pertes de charges dépendent de la vitesse d'écoulement et de la nature de l'incident.

SERVICE APRES VENTE

Pour toutes réparations, réglages, pièces concernant cet appareil pendant ou après la garantie, adressez-vous à :

**S.A.V. JEULIN
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX
FRANCE**