

# Mécanique

Mécanique des fluides

Réf :  
243 059  
243 060

Français – p 1

**Vase de Mariotte**  
***Expériences perte de charge***

Version : 9101

# 1. Principe fondamental de l'hydrostatique

## 1.1 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.

## 1.2 Description

Le réservoir est livré avec un tube et un « bouchon » qui lui est adapté.

### Matériel nécessaire :

- 1 Vase de Mariotte, référence 243 059
- 1 pressiomètre
- 1 réglet

### Précautions d'emploi :

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

## 1.3 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 plexiglas dans l'éprouvette.

### Vérifier que :

- La pression  $p_M$  est la même en tout point d'un même plan horizontal.
- La pression  $p_M$  augmente avec la profondeur d'immersion.

### Mesure :

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  $p = (h)$  ; 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.

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

### Résultats :

$$p_{atm} =$$

Profondeur d'immersion $h$ (cm)						
Pression lue (hPa)						
Différence de pression $p$ (hPa)						

## 2. Mesure de débit

### 2.1 Objectifs

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

### 2.2 Matériel nécessaire

- 1 vase de Mariotte équipé d'un robinet
- 1 élévateur à croisillons
- 1 chronomètre
- 1 bécher gradué



#### 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 temps  $t$  à travers une section  $S$ .

Ce débit est donc égal au produit de la vitesse  $v$  d'écoulement du liquide par la section  $S$  de l'écoulement.

### 2.3 Manipulations

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 constant.

Calculer le débit moyen à l'aide de la relation :  $Q = \frac{V}{t}$ .

Calculer la vitesse moyenne de l'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 <sup>3</sup>
$t =$	s
$h =$	cm
$S =$	cm <sup>2</sup>

Soit :  $Q =$        $m^3.s^{-1}$  et  $S \times v =$        $m^3.s^{-1}$

### 3. Principe de Torricelli

#### 3.1 Objectif

- Vérifier le principe de Torricelli.

#### 3.2 Enoncé du théorème de Bernoulli

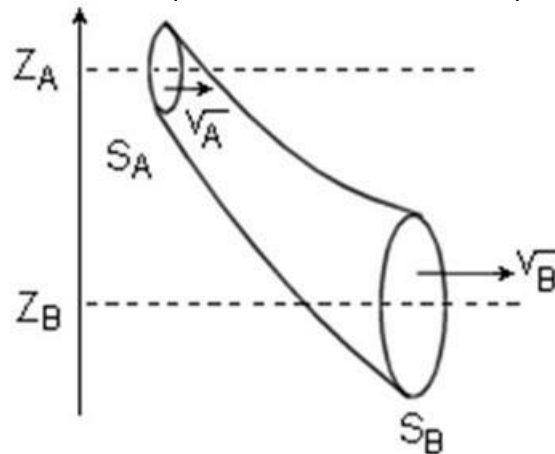
L'état d'un fluide, de masse volumique  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>), en écoulement est caractérisé par :

- 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 :

$$P_A + \rho \times g \times z_A + \frac{1}{2} \times \rho \times v_A^2 = P_B + \rho \times g \times z_B + \frac{1}{2} \times \rho \times v_B^2$$

Où les différentes variables sont explicitées dans le schéma ci-après :



**État du fluide en A :**

$$\begin{aligned}v_A &= 0 \\ \rho_A &= \rho_{\text{atm.}} \\ z_A &= h\end{aligned}$$

**État du fluide en B :**

$$\begin{aligned}v_B &= v \\ \rho_B &= \rho_{\text{atm.}} \\ z_B &= 0 \text{ (référence)}\end{aligned}$$

#### 3.3 Principe de Torricelli

En 1643, Evangelista Torricelli établit que le carré de la vitesse d'écoulement d'un fluide sous l'effet de la pesanteur est proportionnel à la hauteur de fluide située au-dessus de l'ouverture par laquelle il s'échappe du cylindre qui le contient.

Soit :

- $v$  la vitesse de l'écoulement ;
- $h$  la hauteur de fluide
- $g$  l'accélération de la pesanteur

On note alors :  $v^2 = 2 \times g \times h$

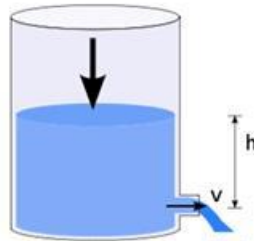


Schéma représentant les variables entrant dans l'écriture du principe de Torricelli

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  $\alpha$  ( $<1$ ) dépend principalement de la forme de l'orifice d'écoulement.

### 3.4 Matériel nécessaire et précautions d'emploi

- Vase de Mariotte avec son tube creux, référence 243 059
- 1 chronomètre
- 1 régllet
- 1 bécher (ou une éprouvette) gradué(e)
- 1 élévateur à croisillons



#### 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.



**Les tubes de verres sont très fragiles.**



**Risque de coupure si un de ceux-ci rompt lors du montage, portez des protections adaptées.**

### 3.5 Manipulation

Fermer le robinet et remplir l'éprouvette d'eau. Positionner le tube de façon à ce 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  $h$  :

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

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

Refaire l'expérience en utilisant :

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

Précautions d'emploi :

Il est conseillé de ne pas utiliser de liquides organiques afin d'éviter toute détérioration de matériel.

Dans le cas d'expériences à différentes viscosités, penser à nettoyer le dispositif à l'eau savonneuse, à le rincer puis à le sécher avant de le ranger.

**Résultats :**

Hauteur $h$ (cm)	Volume d'eau recueilli $V$ (cm <sup>3</sup> )	Temps d'écoulement $t$ (s)	Vitesse d'écoulement $v$ (m/s)	$v^2$ ((m/s) <sup>2</sup> )

## 4. Pertes de charge

### 4.1 Objectifs

- Observer les phénomènes de pertes de charge.
- Mesurer les pertes de charge linéaires  $\frac{\Delta p}{\ell}$  et observer les pertes de charge singulières en présence d'obstacles.

### 4.2 Description

On utilisera un vase de Mariotte et les deux ensembles de tubes en verre pour l'étude des pertes de charge avec et sans étranglement.

Matériel nécessaire :

- 1 vase de Mariotte, référence 243059
- Lot de deux ensembles de tubes en verre pour l'étude des pertes de charge, référence 243060

- 1 élévateur à croisillons

- Dispositif de fixation pour tubes en verre :

Nous vous conseillons les produits suivants pour plus de facilités :

- 2 pieds modumontage, référence 703453
- 1 tige modumontage section carrée 15x15mm et L = 400mm, référence 703458
- 1 pince étau pour système modumontage, référence 703529



## 4.3 Manipulation

### 4.3.1 Précautions d'emploi

#### 4.3.1.1 Sécurité

**Lors de toute manipulation des tubes en verre, faites très attention à ne pas forcer sur les tubes en verre.**

Un connecteur est fourni avec chaque série de tubes pour un montage facilité.

En positionnant les tubes dans la pince étau prenez garde à ne pas trop serrer la pince.

Il est conseillé d'utiliser des gants de protection pour toute manipulation de ces tubes en verre.

#### 4.3.1.2 En cours de manipulation

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 essayer le matériel après toute utilisation. Attention à bien rincer l'ensemble du dispositif.

### 4.3.2 Principe

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

Lorsqu'un obstacle à l'écoulement du fluide est présent, cette chute de pression est accentuée ; il s'agit des pertes de charge singulières.

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

A noter, la chute de pression dépend de la vitesse d'écoulement. Par conséquent, il est essentiel de conserver pendant l'écoulement un débit constant. Pour ceci, on choisira soit de maintenir un niveau d'eau constant dans l'éprouvette à l'aide d'une arrivée constante d'eau, soit de se placer à pression constante à l'aide du tube équipé d'un bouchon – voir section 1.

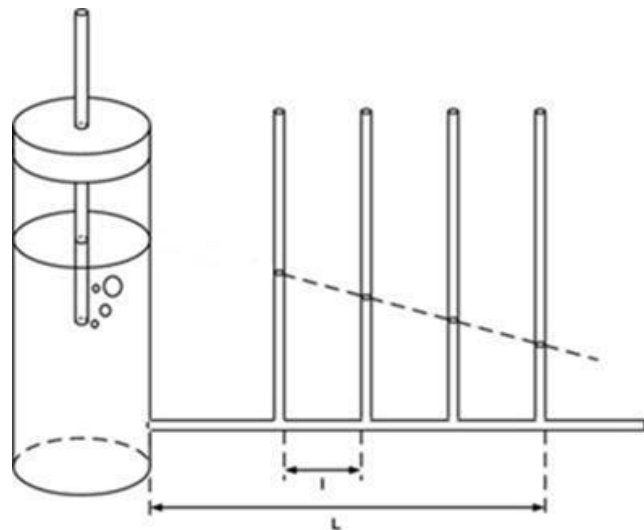
### 4.3.3 Perte de charge linéaires ou régulières

Adapter à l'éprouvette le tube sans étranglement composé de 4 tubes piézométriques verticaux.

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 4 tubes piézométriques : le niveau de l'eau est le même dans l'éprouvette et dans les 4 tubes.

Réaliser un écoulement laminaire en débouchant l'orifice ; veiller à maintenir un débit constant comme explicité dans la section précédente. Observer le niveau de l'eau dans les 4 tubes piézométriques : le niveau de l'eau dans les 4 tubes décroît régulièrement. C'est une perte de charge linéaire.

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



Mesurer la hauteur d'eau  $h$  dans les 4 tubes piézométriques et la distance  $L$  du vase cylindrique à chacun de ces tubes.

Calculer les pressions  $p$  (en Pa) dans les 4 tubes piézométriques :  $p = \rho \times g \times h$ .

Montrer que la perte de pression  $\Delta p$  entre 2 points est proportionnelle à la distance  $l$  séparant ces 2 points.



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

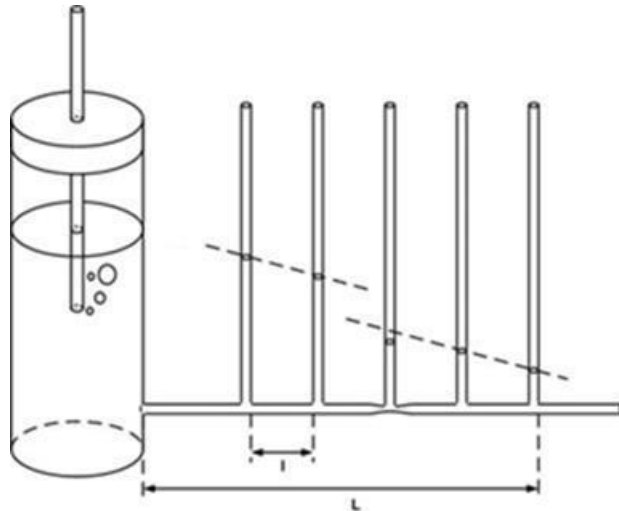
Les pertes de charge linéaires sont dues aux frottements du fluide sur les parois de la canalisation. Elles dépendent de la vitesse d'écoulement.

### 4.3.1 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.

Permettre l'écoulement en ouvrant la pince de Mohr en sortie de réservoir, (veiller à maintenir un débit constant comme explicité section 1). Observer le niveau de l'eau dans les 4 tubes piézométriques : le rétrécissement provoque une nouvelle chute de pression : c'est une perte de charge singulière.



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 4 tubes piézométriques.

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.

## 5. Service après-vente

La garantie est de 2 ans.

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique** au **0 825 563 563**.

Le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN – S.A.V.**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563\***

\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.

\*\* Numéro valable uniquement pour la France  
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE,  
composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne  
**FAQ.jeulin.fr**

# Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediatly to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.

\*\* Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France

Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)

SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux