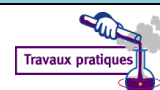


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <p>PCPI – 1 TS CIRA</p> <p><b>BTS CIRA</b></p> <p>Contrôle Industriel et Régulation Automatique</p>                                                                                                                                                                                                               | <p>Chapitre 4</p> <p><b>FLUIDE ET ECOULEMENTS</b></p> | <p>PHYSIQUE</p>                                          |
| <p><b>TP4 – Débits</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                       |                                                          |
| <p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mesurer des débits volumiques</li> <li>✓ Utiliser la relation entre la vitesse et le débit volumique d'un fluide (les débits et les vitesses des fluides seront définis en valeur moyenne)</li> <li>✓ Vérifier la loi de Torricelli</li> </ul> |                                                       | <p><b>Note :</b></p> <p>..... / 30</p> <p>..... / 20</p> |

**CORRECTION**

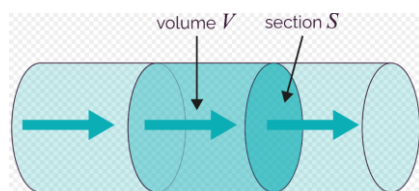


## DOCUMENTS

### DOC 1 DEBIT VOLUMIQUE



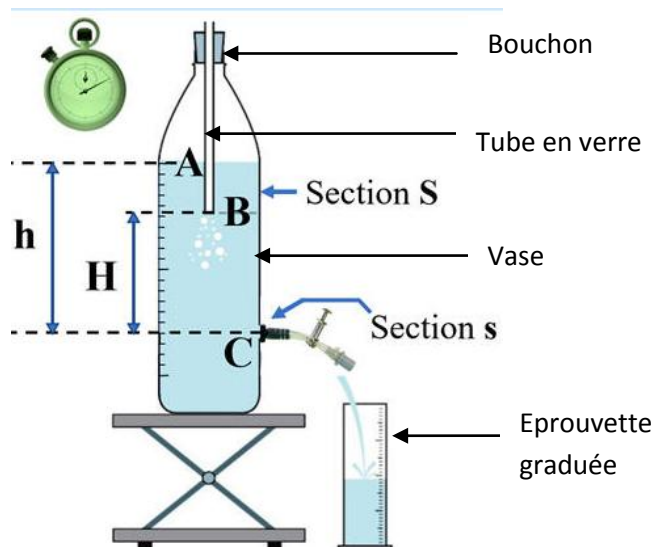
Le débit d'un fluide est la **quantité de matière** (exprimée par une **masse**, ou un **volume**, ou une **quantité de matière**) qui traverse une **section droite de canalisation** par unité de temps.



$$Q_v = \frac{\text{volume de fluide traversant la surface } S}{\text{temps}}$$

$Q_v$  : en  $\text{m}^3/\text{s}$   
 Volume : en  $\text{m}^3$   
 Temps : en seconde

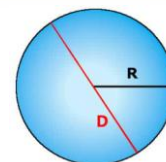
### DOC 2 MONTAGE EXPERIMENTAL



### DOC 3: CALCUL D'UNE SECTION

$$D = 2 \cdot R \text{ donc } R = D/2$$

$$\text{Aire} = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot D^2/4$$



DIAMETRE DU VASE :  $d = 5 \text{ cm}$   
 DIAMETRE DE SORTIE DE NOTRE SYSTEME :  $d = 2 \text{ mm}$

### 2 objectifs pour ce TP

- ☐ **Expérimentation 1** : déterminer la relation entre débit volumique section et vitesse d'écoulement
- ☐ **Expérimentation 2** : vérifier la loi de Torricelli

# EXPERIMENTATION 1

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>1</b> | <p><b>EXPERIMENTATION</b></p> <p><b>Suivre</b> le protocole ci-dessous</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Vérifier</b> que le diamètre du vase donné dans le <b>DOC 3</b> est correct</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Fermer</b> le robinet</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Remplir</b> le vase avec de l'eau pour une hauteur <math>h</math> (<math>h &gt; 30</math> cm)</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Mettre</b> le bouchon muni du tube verre</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Enfoncer</b> le tube en verre pour que <math>H = 15</math> cm</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Ouvrir</b> complètement le robinet attendre que des bulles se forment au bout du petit tube en verre</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Chronométrer</b> le temps écoulé pour récupérer un certain volume d'eau dans une éprouvette graduée adaptée (ne pas descendre le niveau trop bas <math>h</math> doit toujours être supérieur à <math>H</math>)</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Noter</b> dans le tableau ci-dessous             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ le temps <math>\Delta t</math> écoulé</li> <li>→ la distance parcourue par l'eau dans le vase</li> <li>→ le volume récupéré d'eau dans l'éprouvette graduée</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> <b>Recommencer</b> plusieurs fois l'expérience en changeant le volume récupéré (et donc le temps écoulé)</li> </ul> |                                     |
| <b>2</b> | <p><b>EXPLOITATION</b></p> <p><b>Dans le tableau :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Convertir</b> le volume d'eau récupéré dans l'éprouvette graduée en <math>m^3</math></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> le débit volumique en <math>m^3.s^{-1}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> la vitesse de l'eau pour chaque cas (<math>v = d / \Delta t</math>) en <math>m.s^{-1}</math></li> </ul> <p>Section du vase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Exprimer</b> puis <b>calculer</b> la section du vase notée <math>S</math> :<br/> <math display="block">S = \pi \times d^2 / 4 = \pi \times (5 \times 10^{-2})^2 / 4 = 1,96 \times 10^{-3} m^2</math> </li> </ul> <p><b>Dans le tableau :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> le produit <math>S \times v</math></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> |
| <b>3</b> | <p><b>ANALYSE</b></p> <p>D'après les résultats obtenus <b>donner</b> une relation entre :</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>→ débit volumique <math>Q_v</math></p> <p>→ section <math>S</math></p> <p>→ vitesse <math>v</math></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <math display="block">Q_v = S \times v</math> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><math>m^3.s^{-1}</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><math>m^2</math></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><math>m.s^{-1}</math></div> </div> </div> </div> <p><b>Préciser</b> les unités de chaque grandeur</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> |

## RESULTATS EXPERIMENTAUX

|          | $\Delta t$<br>Temps<br>écoulé<br>(s) | Hauteur<br>parcourue<br>(m) | V<br>Volume<br>récupéré<br>(mL) | V<br>Volume<br>récupéré<br>( $m^3$ ) | $Q_v$<br>Calcul du<br>débit<br>volumique<br>( $m^3.s^{-1}$ ) | $v$<br>Vitesse<br>( $m.s^{-1}$ ) | $S \times v$<br>Calcul du<br>produit |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Essais 1 | 15                                   | $10 \times 10^{-2}$         | 174                             | $174 \times 10^{-6}$                 | $1.16 \times 10^{-5}$                                        | $6.67 \times 10^{-3}$            | $1.31 \times 10^{-5}$                |
| Essais 2 | 14.35                                | $7 \times 10^{-2}$          | 143                             | $143 \times 10^{-6}$                 | $9.96 \times 10^{-6}$                                        | $4.89 \times 10^{-3}$            | $9.58 \times 10^{-6}$                |
| Essais 3 |                                      |                             |                                 |                                      |                                                              |                                  |                                      |
| Essais 4 |                                      |                             |                                 |                                      |                                                              |                                  |                                      |

## EXPERIMENTATION 2

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4 | <b>EXPERIMENTATION</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Remplir</b> le vase avec de l'eau au dessus de la graduation 30</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Mettre</b> le bouchon muni du tube verre</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Enfoncer</b> le tube en verre jusqu'à la graduation indiquée dans le tableau ci-dessous</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Ouvrir</b> complètement le robinet attendre que des bulles se forment au bout du petit tube en verre</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Chronométrer</b> le temps écoulé pour <b>recupérer</b> un certain volume d'eau dans une éprouvette graduée adaptée</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Noter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ le temps <math>\Delta t</math> écoulé</li> <li>→ le volume récupéré d'eau dans l'éprouvette graduée</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> <b>Recommencer</b> plusieurs fois l'expérience en changeant la hauteur H</li> </ul> |  |
| 5 | <b>EXPLOITATION</b> <p>Dans le tableau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>Convertir</b> la hauteur H en mètre</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Convertir</b> le volume d'eau récupéré dans l'éprouvette graduée en <math>m^3</math></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> le débit volumique <math>Q_v</math> en <math>m^3.s^{-1}</math></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> la vitesse de l'eau pour chaque cas en utilisant la formule découverte lors de la première partie du TP (attention la section à utiliser est celle de sortie du système)<br/>Calcul de la section de sortie notée s : <math>s = \pi \times d^2 / 4 = \pi \times (2 \times 10^{-3})^2 / 4 = 3.1 \times 10^{-6} m^2</math></li> <li><input type="checkbox"/> <b>Calculer</b> le carré de la vitesse</li> </ul>                                                                                                                                        |  |

### RESULTATS EXPERIMENTAUX

| H (cm) | H(m)      | V (mL)    | V ( $m^3$ ) | $\Delta t(s)$ | $Q_v = V/t$<br>( $m^3.s^{-1}$ ) | $v$<br>( $m.s^{-1}$ ) | $v^2$<br>( $m^2.s^{-2}$ ) |
|--------|-----------|-----------|-------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 25     | 2,500E-01 | 4,800E+01 | 4,800E-05   | 7,250E+00     | 6,621E-06                       | 2,219E+00             | 4,926E+00                 |
| 20     | 2,000E-01 | 4,400E+01 | 4,400E-05   | 7,470E+00     | 5,890E-06                       | 1,975E+00             | 3,899E+00                 |
| 15     | 1,500E-01 | 4,300E+01 | 4,300E-05   | 8,740E+00     | 4,920E-06                       | 1,649E+00             | 2,720E+00                 |
| 10     | 1,000E-01 | 4,200E+01 | 4,200E-05   | 1,088E+01     | 3,860E-06                       | 1,294E+00             | 1,675E+00                 |
| 5      | 5,000E-02 | 4,150E+01 | 4,150E-05   | 1,845E+01     | 2,249E-06                       | 7,540E-01             | 5,686E-01                 |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 6 | <b>Tracer</b> les 2 courbes suivantes sur 2 graphiques différents en utilisant Excel : <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>v</math> en fonction de H</li> <li>– <math>v^2</math> en fonction de H</li> </ul> <p>Ne pas oublier d'<b>indiquer</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– l'équation de la courbe de tendance <b>passant par 0</b></li> <li>– le coefficient <math>R^2</math> (<b>plus <math>R^2</math> est proche de 1, et plus la courbe obtenue est proche du modèle</b>)</li> <li>– le titre / les grandeurs représentées avec leurs unités</li> </ul> | ••<br>••<br>••<br>••<br>•• |
| 7 | <b>Choisir</b> le modèle semble le mieux convenir. <b>Justifier</b> la réponse.<br><br><b>le modèle qui semble le mieux convenir est <math>v^2_{\text{moy}}</math> en fonction de <math>h_0</math> car le coefficient <math>R^2</math> est plus proche de 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | •<br>•                     |
| 8 | Sachant que l'intensité de pesanteur vaut $g = 10 \text{ N/kg (m.s}^{-2}\text{)}$ , <b>cocher</b> la relation théorique de Torricelli qui correspond le mieux au modèle trouvé :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |

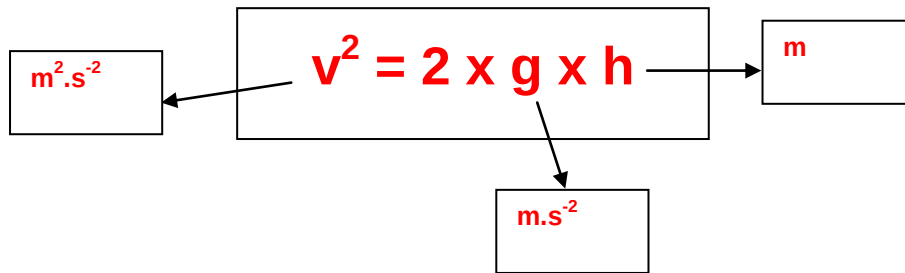
☐  $v_{\text{moy}}^2 = 0,5 \times g \times H$

☐  $v_{\text{moy}} = 0,5 \times g \times H$

☒  $v_{\text{moy}}^2 = 2 \times g \times H$

☐  $v_{\text{moy}} = 2 \times g \times H$

**Ecrire** la formule choisie et **préciser** les unités de chaque grandeur



**Compléter** le principe énoncé



En 1643, j'ai établi le principe suivant :

« Le **carré** de la **vitesse** d'écoulement d'un fluide sous l'effet de la pesanteur est **proportionnel** à la **hauteur** de fluide au dessus de l'ouverture par laquelle il s'échappe du cylindre qui le contient. »

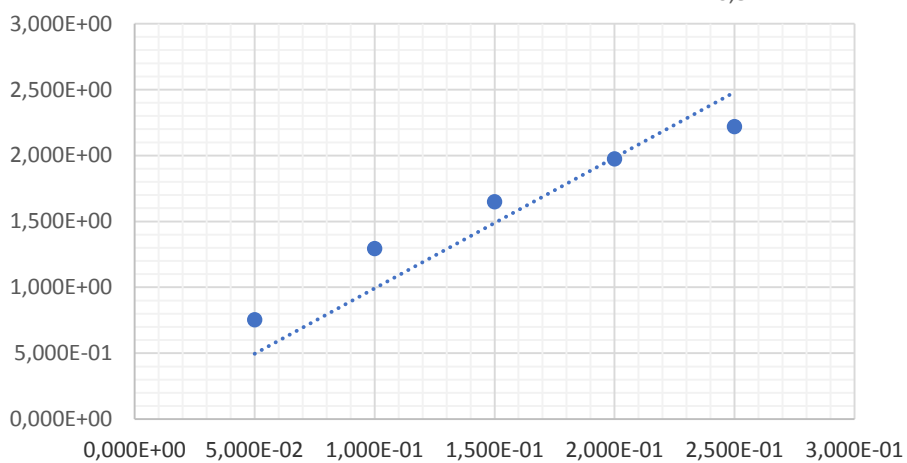
10

En observant le dispositif utilisé, **donner** la valeur :

- de la pression au point A ? **atmosphérique**
- de la pression au point B ? **atmosphérique**

$$v = f(h)$$

$$y = 9,9222x$$
$$R^2 = 0,8111$$



$$v^2 = f(h)$$

$$y = 19,02x$$
$$R^2 = 0,9949$$

