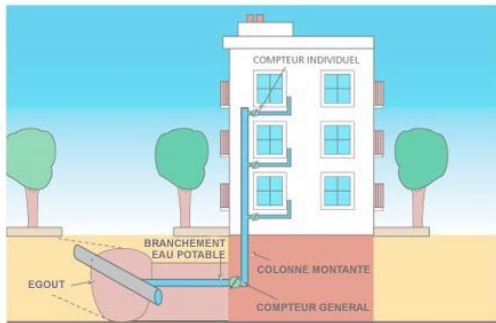


**Objectifs**

- Mesurer des pressions
- Mettre en évidence expérimentalement la différence de pression entre 2 points d'un liquide
- Mettre en évidence différents paramètres pouvant avoir une influence sur la différence de pression entre 2 points d'un liquide
- Vérifier expérimentalement l'équation fondamentale de la statique des fluides

**PROBLEMATIQUE**

Zoé et Kévin viennent d'emménager chacun dans un appartement en étage élevé dans le centre-ville de Grenoble afin de faire leurs études.

Leur crainte est de ne pas avoir suffisamment de pression pour faire fonctionner leur machine à laver respective

Le syndic de l'immeuble leur a indiqué que le réseau d'eau public est sous une pression de  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

J'ai fait mes calculs, sur ce réseau de distribution de pression

$$P = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

moi je pense que je peux brancher directement ma machine à laver fonctionnant avec une pression minimale de  $P = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$  car je me trouve au 2<sup>ème</sup> étage à une hauteur de **6 m**.



Moi aussi, sur même réseau de distribution de pression

$$P = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

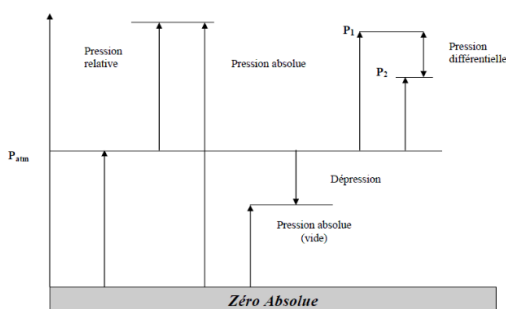
je pense aussi que je peux brancher directement ma machine à laver fonctionnant avec une pression minimale de  $P = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$  car je me trouve au 8<sup>ème</sup> étage à une hauteur de **24 m**....ça ne change rien !



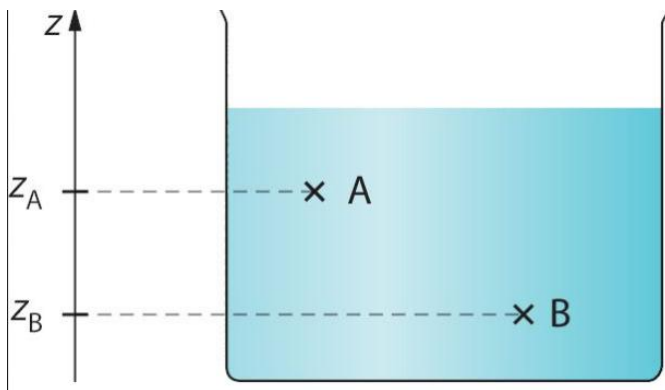
A vous de réaliser les manipulations afin de savoir si Zoé et Kévin ont raison ou pas....

**DOCUMENTS****DOC 1 MESURER des PRESSIONS**

- Un pressiomètre est un **capteur de pression** qui mesure une **pression relative** qui sera notée  $P_A$  au cours de ce TP c'est à dire qu'à l'air libre il mesure la pression atmosphérique.
- Lorsque l'on plonge le tuyau du pressiomètre dans un fluide, le pressiomètre mesure la pression absolue en ce point du liquide c'est-à-dire la **pression atmosphérique + celle du liquide et elle sera notée  $P_B$**



## DOC 2 EQUATION FONDAMENTALE DE LA STATIQUE DES FLUIDES



$$P_A + \rho \times g \times z_A$$

=

$$P_B + \rho \times g \times z_B$$

- $\rho$  est la masse volumique du liquide en  $\text{kg/m}^3$
- $g$  est l'intensité de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N/kg}$  à Paris
- $z_A$  et  $z_B$  sont les altitudes des points A et B en mètre
- $P_A$  et  $P_B$  sont les pressions du liquide au point A et au point B en Pascal

Cette équation peut s'écrire d'une autre manière :

$$P_A - P_B = \rho \times g \times (z_B - z_A)$$

## DOC 4 QUELQUES VALEURS

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$$

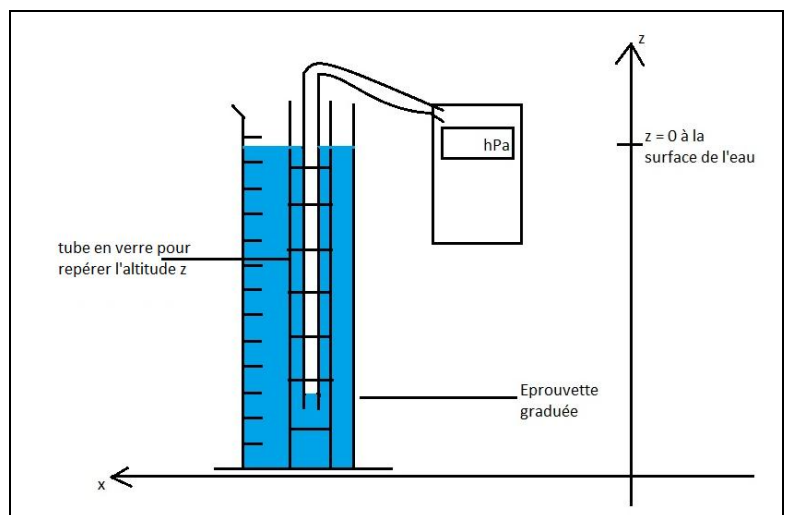
## DOC 5 EXPERIMENTATION

Pour mesurer la pression à différentes altitudes on introduit le tube en plastique relié au pressiomètre dans un tube en verre gradué permettant de repérer l'altitude  $z$  et on note la valeur de la pression.



**Attention le fluide a tendance à remonter dans l'extrémité du tube.**

**Bien placer la graduation en face de la jonction eau/air dans le tube.**





## DOC 7 INCERTITUDES

### Expériences avec variabilité observée

CAS 1

Soit N mesures effectuées ne respectant pas les conditions de répétabilité

👉 L'incertitude qui lui est associée est définie par la relation :  $u(\bar{x}) = S_x$   
où  $S_x$  est l'écart type expérimental (ou échantillon) calculé à l'aide de la calculatrice

👉  $u(\bar{x})$  est donné avec 2 chiffres significatifs

Exemple : Mesure de la résistance à l'aide la loi d'Ohm  $U = R \times I$

Les conditions de répétabilités ne sont pas respectées car la tension imposée par le générateur change pour chaque mesure.

CAS 2

Soit N mesures effectuées dans des conditions de répétabilité (même opérateur, même matériel, ...).

👉 Le meilleur estimateur de la valeur de  $x$  est la valeur moyenne des valeurs mesurées  $\bar{x}$ .

👉 L'incertitude qui lui est associée est définie par la relation :  $u(\bar{x}) = \frac{S_x}{\sqrt{N}}$   
où  $S_x$  est l'écart type expérimental calculé à l'aide de la calculatrice

👉  $u(\bar{x})$  est donné avec deux chiffres significatifs

### Expériences sans variabilité observée

CAS 3

1 seule mesure effectuée

👉 Lors d'une mesure sans variabilité observée, on estime la plus petite plage dans laquelle l'expérimentateur est certain de trouver la valeur recherchée.

👉 On note  $x = x_{\text{mesure}}$  la valeur centrale de cette plage et  $\Delta$  son demi-intervalle.

👉  $\Delta$  le demi-intervalle sera déterminé suivant la notice de l'appareil utilisé

👉 La valeur recherchée doit être dans l'intervalle  $[x_{\text{mesure}} - \Delta, x_{\text{mesure}} + \Delta]$ .

👉 Dans ce cas, le résultat de la mesure est  $x \pm u(x)$  avec  $u(x) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$

👉  $u(\bar{x})$  est donné avec deux chiffres significatifs

### COMPARAISON AVEC VALEUR DE REFERENCE

On compare une valeur mesurée  $x_{\text{mesure}}$  à une valeur de référence  $x_{\text{référence}}$  en calculant le quotient suivant :

$$z_{\text{score}} = \frac{|x_{\text{mesure}} - x_{\text{référence}}|}{u(x)}$$

Ce quotient est souvent appelé z-score. C'est un écart rapporté à l'incertitude de mesure.

- Si  $z > 2$ , il y a incompatibilité : la mesure n'est pas jugée convenable au regard de la référence.
- Si  $z < 2$ , il y a compatibilité : la mesure est jugée compatible avec la valeur de référence.

# TRAVAIL A FAIRE

## PARTIE 1

**Q1** D'après l'équation fondamentale de la statique des fluides présentée en doc2, **cocher** la (les) bonne(s) réponse(s), attention bien lire chaque proposition !

- ☐ la pression au sein d'un liquide dépend de l'altitude
- ☐ la pression au sein d'un liquide est proportionnelle à l'altitude
- ☐ la différence de pression au sein d'un liquide est proportionnelle à l'altitude
- ☐ la pression au sein d'un liquide est proportionnelle à la différence d'altitude
- ☒ **la différence de pression au sein d'un liquide est proportionnelle à la différence d'altitude**

**Q2** D'après l'équation fondamentale de la statique des fluides écrite précédemment, **donner** le nom des 3 paramètres pouvant avoir une influence sur la différence de pression entre 2 points d'un liquide ?

- **La masse volumique du liquide**
- **La différence d'altitude entre les 2 points considérés**
- **L'endroit où l'on se trouve (car g varie selon le lieu)**

**Q3** On souhaite vérifier par une **représentation graphique** que la **différence de pression** entre 2 points d'un liquide est proportionnelle à la **différence d'altitude** entre les 2 points.

**Préciser** quelle courbe il faudrait tracer en indiquant

- quelle la grandeur placer en abscisse : **la différence d'altitude entre les 2 point**
- quelle la grandeur placer en ordonnée : **la différence de pression entre les 2 points**

### **Q4** **PROTOCOLE**

- ☐ **Remplir** l'éprouvette au maximum avec de l'eau.
- ☐ **Mesurer** la pression atmosphérique du jour.
- ☐ **Noter** la valeur :  $P_{\text{atm}} = P_A = \mathbf{995 \text{ hPa}}$
- ☐ **L'inscrire** dans le tableau sur toute la ligne en  $P_A$ .  
Ce point A sera la surface de l'eau et ne changera jamais.
- ☐ **Plonger** dans l'eau l'embout mesurant la pression a une certaine profondeur : vous définissez ainsi ainsi le point B
- ☐ **Inscrire** la valeur de la pression  $P_B$  à cette profondeur.

### **MESURES**

| $Z_A - Z_B \text{ (cm)}$                      | 3     | 4     | 6      | 10     | 15     | 17     | 20     |
|-----------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $Z_A - Z_B \text{ (m)}$                       | 0,03  | 0,04  | 0,06   | 0,1    | 0,15   | 0,17   | 0,2    |
| $P_A \text{ (hPa)}$                           | 995   | 995   | 995    | 995    | 995    | 995    | 995    |
| $P_A \text{ (Pa)}$                            | 99500 | 99500 | 99500  | 99500  | 99500  | 99500  | 99500  |
| $P_B \text{ (hPa)}$                           | 997   | 999   | 1001   | 100400 | 1005   | 1011   | 1013   |
| $P_B \text{ (Pa)}$                            | 99700 | 99900 | 100100 | 100400 | 100500 | 101100 | 101300 |
| $P_B - P_A \text{ (Pa)}$                      | 200   | 400   | 600    | 900    | 1000   | 1600   | 1800   |
| $\frac{(P_B - P_A)}{\rho \times (Z_A - Z_B)}$ | 6.67  | 10    | 10     | 9      | 6.67   | 9,4    | 9      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q5 | <p>A l'aide de votre tableau <b>déterminer</b> la valeur de l'intensité de pesanteur <math>g</math> accompagnée de son incertitude <math>u(g)</math>. <b>Détailler</b> les calculs.</p> <p>A la calculatrice : <b>calculer</b> :</p> <p>→ Valeur moyenne <math>\bar{x} = 8,6777142857</math></p> <p>→ écart type : <math>S_x = 1,431091824</math></p> <p><b>Calculer</b> l'incertitude de <math>g</math></p> <p><math>u(g) = u(\bar{x}) = \frac{S_x}{\sqrt{N}} = 1,431091824 / \sqrt{7} = 0,54</math></p> <p><b>Conclure</b> en donnant la valeur de <math>g</math> +/- l'incertitude : <math>g = 8,68 \pm 0,54 \text{ N/kg}</math></p> |
| Q6 | <p><b>Comparer</b> avec la valeur de référence et <b>conclure</b></p> $z_{score} = \frac{ x_{mesure} - x_{référence} }{u(x)}$ <p><math>18,68 - 9,81 / 0,54 = 2,1 &gt; 2</math> donc la mesure n'est pas jugée convenable par rapport à la référence</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## PARTIE 2

| Q7                     | <p>On souhaite tester la loi de la statique des fluides en traçant un graphique à l'aide d'un programme python. Quel graphique peut-on représenter ? <b><math>\Delta P = f(\Delta z)</math></b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|
| Q8                     | <p><b>Copier</b> le dossier python élève dans votre session et <b>ouvrir</b> le fichier « courbe_experimentale ».</p> <p><b>Remplir</b> les données manquantes (# à remplir) puis <b>exécuter</b> le programme.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| Q9                     | <p>La courbe obtenue valide-t-elle le fait que la différence de pression entre 2 points d'un fluide est proportionnelle à la différence d'altitude entre ces 2 points ? <b>Justifier</b></p> <p><b>Oui car les points semblent alignés en passant par l'origine du repère</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| Q10                    | <p>On souhaite utiliser python afin de modéliser cette courbe.</p> <p><b>Copier</b> le dossier python élève dans votre session et <b>ouvrir</b> le fichier « modélisation_affine ».</p> <p><b>Remplir</b> les données manquantes (# à remplir) puis exécuter le programme.</p> <div data-bbox="376 1366 1228 1989" data-label="Figure"> <p>Equation de la modélisation : <math>\Delta P = 8605,263 \cdot \Delta z + 6,579</math></p> <table border="1"> <caption>Données expérimentales estimées du graphique</caption> <thead> <tr> <th><math>\Delta z \text{ (m)}</math></th> <th><math>\Delta P \text{ (Pa)}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.025</td><td>200</td></tr> <tr><td>0.040</td><td>400</td></tr> <tr><td>0.060</td><td>600</td></tr> <tr><td>0.100</td><td>900</td></tr> <tr><td>0.150</td><td>1000</td></tr> <tr><td>0.170</td><td>1600</td></tr> <tr><td>0.200</td><td>1800</td></tr> </tbody> </table> </div> | $\Delta z \text{ (m)}$ | $\Delta P \text{ (Pa)}$ | 0.025 | 200 | 0.040 | 400 | 0.060 | 600 | 0.100 | 900 | 0.150 | 1000 | 0.170 | 1600 | 0.200 | 1800 |
| $\Delta z \text{ (m)}$ | $\Delta P \text{ (Pa)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.025                  | 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.040                  | 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.060                  | 600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.100                  | 900                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.150                  | 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.170                  | 1600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |
| 0.200                  | 1800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |                         |       |     |       |     |       |     |       |     |       |      |       |      |       |      |

Q11

**Relever** la valeur du coefficient directeur : **8605,263**En **déduire** par un calcul la valeur de g, **expliquer** votre raisonnement

$$\Delta P = \rho \times g \times \Delta z$$

$$\Delta P = 8605,263 \times \Delta z$$

$$\text{Or } \rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{Donc } g = 8605,263 / 1000 = 8,61 \text{ N.kg}^{-1}$$

## PARTIE 3

Q12

**Retour sur la problématique**

Sur un réseau de distribution de  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$  Au 2<sup>ème</sup> étage (à une hauteur de 6 m), Zoé peut-elle brancher directement une machine à laver fonctionnant avec une pression minimale de  $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$  ? Justifier toute votre démarche par des calculs.

$$\text{réseau de distribution : } P_A = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa} \quad z_A = 0\text{m}$$

$$\text{machine à laver à 6 m : } P_B = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa} \quad z_B = 6\text{m}$$

on va vérifier que la pression  $P_B$  sera suffisante pour arriver au 2<sup>ème</sup> étage

$$P_B = \rho \times g \times (z_A - z_B) + P_A = 1000 \times 9,81 \times (0-6) + 3,0 \times 10^5 = 2,4 \times 10^5 \text{ Pa} > 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

donc OK

Q13

**Retour sur la problématique**

Sur un réseau de distribution de  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$  Au 8<sup>ème</sup> étage (à une hauteur de 24 m), Kévin peut-il brancher directement une machine à laver fonctionnant avec une pression minimale de  $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$  ? Justifier toute votre démarche par des calculs.

$$\text{réseau de distribution : } P_A = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa} \quad z_A = 0\text{m}$$

$$\text{machine à laver à 24 m : } P_B = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa} \quad z_B = 24\text{m}$$

on va vérifier que la pression  $P_B$  sera suffisante pour arriver au 8<sup>ème</sup> étage

$$P_B = \rho \times g \times (z_A - z_B) + P_A = 1000 \times 9,81 \times (0-24) + 3,0 \times 10^5 = 6,5 \times 10^4 \text{ Pa} < 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

donc PAS OK

