

## La Pression

## Activité 1 : La pression macroscopique et microscopique

Comment expliquer que les raquettes de neige évitent de s'enfoncer dans la neige ?

## Les raquettes de neige

Les marcheurs utilisent des raquettes pour éviter de s'enfoncer dans la neige.

Ci-contre, est représenté le vecteur force du poids du marcheur sur la neige. Selon si le marcheur porte ou non des raquettes, il s'enfoncera plus ou moins dans la neige.

En effet la neige peut supporter une certaine pression avant de céder et de s'enfoncer sur elle-même.

A nous de déterminer une relation entre la pression  $P$  subit par la neige, l'intensité de la force  $F$  exercée par le marcheur sur la neige et la surface de contact  $S$  entre le marcheur et la neige.



1. A votre avis, comment évolue la pression  $P$  sur la neige lorsque :

a) La force  $\vec{F}$  due au poids du marcheur qui s'exerce sur la neige augmente :

b) La surface de contact  $S$  entre le marcheur et la neige augmente :

2. En déduire laquelle des trois formules est la bonne :

$$P = F \times S$$

$$P = \frac{F}{S}$$

$$P = \frac{S}{F}$$

$F$  : .....

$S$  : .....

$P$  : .....

3. Rappeler les unités d'une force  $F$  et d'une surface  $S$  dans le Système International SI

4. En déduire l'unité de la pression  $P$  sans le système International SI

Le marcheur a une masse de  $70 \text{ kg}$ , et la surface de ses deux raquettes est  $0,20 \text{ m}^2$ .

5. Déterminer la force  $F$  (poids) exercée par le marcheur sur la neige.

6. Calculer la pression qui s'exerce sur la neige lorsque le marcheur porte ses raquettes.

7. Estimer la pression qui s'exerce sur la neige lorsque le marcheur ne porte pas ses raquettes.

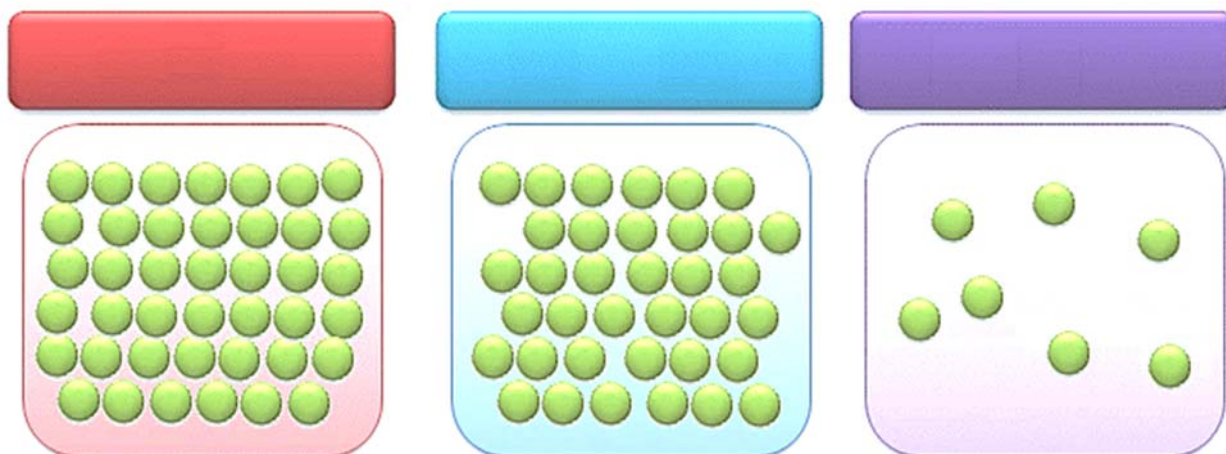


### L'expérience de la cannette

L'objectif de cette séance de travaux pratiques est de comprendre et expliquer l'expérience de la cannette.

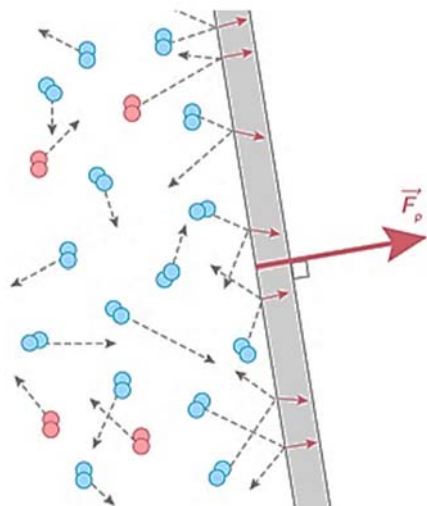
1. Après avoir visualisé la vidéo ci-contre, indiquer quel état de la matière est représenté dans chacune des cases :

[https://www.youtube.com/watch?v=o2qM4o8e\\_Vo](https://www.youtube.com/watch?v=o2qM4o8e_Vo)



2. Après avoir visualisé la vidéo ci-contre, indiquer l'origine de la pression dans un fluide.

<https://www.youtube.com/watch?v=Q84dunlu4nE>



**Expérience de la cannette :**

**3. Annoter l'image de l'expérience ci-dessous en listant le matériel.**



**4. Décrire les étapes de l'expérience. Préciser l'état physique dans lequel se trouve l'eau à l'intérieur de la canette à chaque étape.**

**5. Rédiger une explication du phénomène observé au cours de l'expérience.**

# La Pression

## Activité 2 : La pression relative et absolue

Comment faire en sorte que les appareils électroménagers disposent d'une pression suffisante pour fonctionner correctement ?

### Document 1 : Notion de pression

Un fluide peut être considéré comme étant formé d'un grand nombre de particules matérielles, très petites et libres de se déplacer les unes par rapport aux autres. **Un fluide** est donc un milieu matériel continu, déformable, sans rigidité et qui peut s'écouler. Parmi les fluides, on fait souvent la distinction entre liquides et gaz

**Masse volumique** : c'est la masse par unité de volume :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Avec  $\rho$  : ..... en  $\text{kg.m}^{-3}$

..... : masse en .....

V : ..... en .....

Elle est constante dans le cas des liquides ( $\rho_{\text{eau}}=1000\text{kg/m}^3$ )

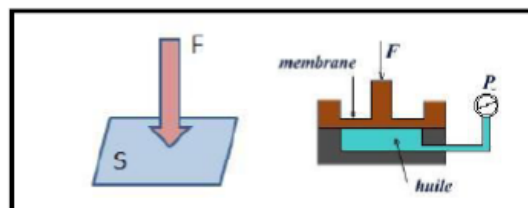
**Pression** : C'est le rapport d'une force exercée sur une surface. Elle s'exerce perpendiculairement à la surface :

$$P = \frac{F}{S}$$

Avec P : ..... en Pascal ( ..... )

..... : force en .....

S : ..... en .....

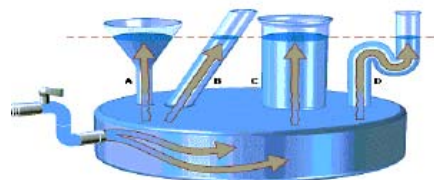


**Unités utilisées :**

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$$




$$1 \text{ mbar} = \dots \dots \dots \text{ Pa}$$



**Remarque** : la pression est la même en tout point d'un plan horizontal

**Incompressibilité** : Le volume d'une masse donnée de liquide ne varie pas ; Sa masse volumique est .....

### Document 2 : Différentes mesures de pression

PRESSION ABSOLUE	PRESSION RELATIVE	PRESSION DIFFERENTIELLE
Mesurée par rapport au vide : <b>P</b> La pression est nulle dans le vide $P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$ au niveau de la mer à 15°C	Mesurée par rapport à la pression atmosphérique : $P_r = P - P_{\text{atm}}$ La pression mesurée dans les canalisations est une pression relative	Mesure d'une différence entre deux pressions : $P_{\text{diff}} = P_2 - P_1$
 Baromètre	 Indique zéro si $P = P_{\text{atm}}$ Manomètre	

1. Calculer la masse de 50 *mL* d'eau.

Calculer la masse de 50 mL d'huile ( $\rho_{\text{huile}} = 0,8 \text{ g.mL}^{-1}$ )

2. Le hublot d'un sous-marin a une surface de 200  $\text{cm}^2$ , et subit une pression absolue de 3,2 *bar*. Calculer la force qui s'exerce sur ce hublot.

$\text{m}^2$		$\text{dm}^2$		$\text{cm}^2$	

Rappel

3. Le hublot précédent est soumis à une pression absolue de 3,2 *bar*. Indiquer la pression relative s'exerçant sur ce hublot en *bar*, *Pa* et *hPa*

**La Pression****Activité 3 : La loi de l'hydrostatique****Objectif :** Déterminer la pression qui s'exerce sur un plongeur à 10 m de profondeur

1. Quelle est la grandeur physique principale qui influe sur le corps humain en plongée sous-marine ?
2. D'après votre expérience personnelle, comment varie la pression ?
3. Avec quel instrument mesure-t-on la pression d'un fluide ?



On souhaite mettre en évidence le phénomène de variation de la pression en fonction de la profondeur.

4. Tracer les axes du graphique que l'on souhaite et tracer l'allure de la courbe représentative du phénomène.

**Liste du matériel disponible :**

- Éprouvette graduée de 50 cm
  - Eau
  - Capteur de pression
  - Ordinateur
5. En groupe, élaborer un protocole permettant de mettre en évidence ce phénomène de manière quantitative, c'est-à-dire, d'établir un modèle à partir de mesures expérimentales.

Le protocole doit être accompagné d'un schéma annoté

**Protocole**

## Document : Loi de l'hydrostatique

**Pression hydrostatique** : C'est la pression exercée au-dessous de la surface d'un liquide par le liquide situé au-dessus, quand le fluide est au repos.

A l'intérieur d'une colonne de fluide se crée une pression due au poids de la masse de fluide sur la surface considérée.

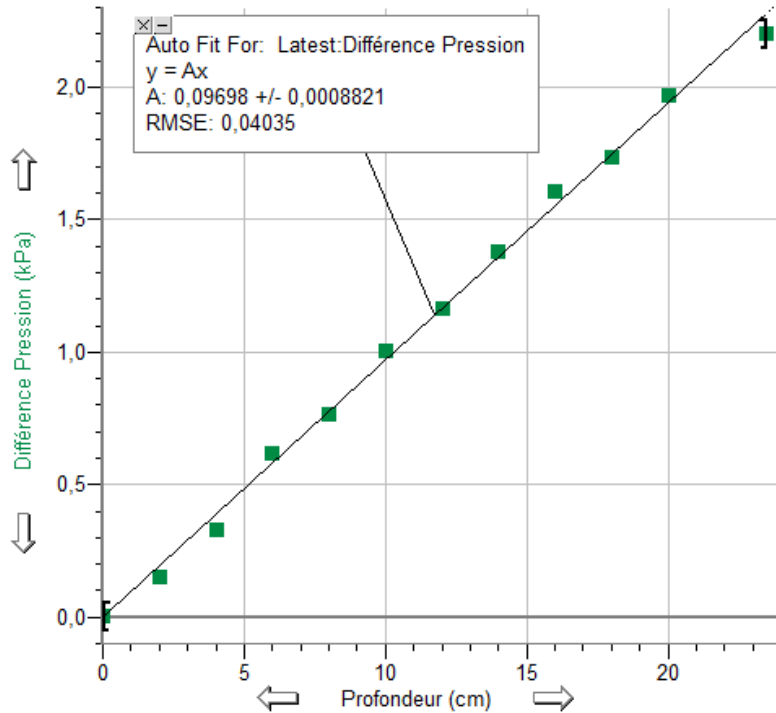
### Principe fondamental de l'hydrostatique :

Un élève a mesuré la différence de pression entre la pression atmosphérique et la pression à différentes profondeurs ; Il a relevé les résultats suivants et a tracé  $P_{rel}=f(h)$

	Profondeur (cm)	Pressure (kPa)	DP (kPa)
1	0,0	102,60	0,004
2	2,0	102,75	0,149
3	4,0	102,93	0,331
4	6,0	103,22	0,617
5	8,0	103,36	0,765
6	10,0	103,60	1,003
7	12,0	103,76	1,164
8	14,0	103,98	1,382
9	16,0	104,21	1,607
10	18,0	104,34	1,736
11	20,0	104,57	1,968
12	23,5	104,80	2,204

DP est la différence de pression entre la pression mesurée et la pression atmosphérique :  
 $DP = Pressure - P_{atm}$  en kPa

Relation entre DP et la profondeur h :  
 $DP = 0,0970 \cdot h$   
 avec h en cm et la pente en kPa/cm

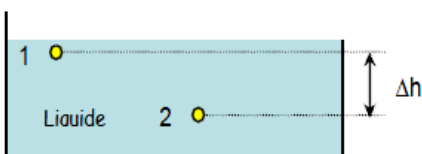


6. Donner le coefficient directeur de la droite en  $Pa/cm$  puis en  $Pa/m$ .

On donne la masse volumique de l'eau  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , l'intensité de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

7. Trouver un lien entre l'expression du coefficient directeur de la droite et les constantes  $\rho$  et  $g$ .

### CONCLUSION :



$$P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot h$$

Avec

$P_2 - P_1$  : différence de pression entre les points 2 et 1, en .....

$\rho$  : ..... du fluide considéré comme incompressible en .....

$g$  : .....  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

$h$  : différence de profondeur entre les points 2 et 1 en .....

**Remarques :** Lorsqu'on « s'élève » (la profondeur diminue ou l'altitude augmente), la pression .....

### Lorsqu'on ...

**Application 1 :** Soit un fluide homogène, immobile, les points A et B du liquide possède une différence de profondeur égale à  $h$ . Le point B est plus profond que le point A.

Données :

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

$$\rho_{\text{mercure}} = 13,6.10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2} ;$$

a) De quoi dépend la pression au point A ?

b) Exprimer le principe fondamental de l'hydrostatique dans ce cas.

c) Le liquide est de l'eau. Si  $P_A = 1,01.10^5 \text{ Pa}$ , exprimer la pression au point B ?

d) A quelle différence de pression correspond 1m de colonne d'eau ?

e) Calculer  $P_B$

e) A quelle profondeur  $P_B = 2,5 \text{ bar}$  ?

### Application 2 :

Calculer la pression relative et la pression absolue auquel est soumis un plongeur en mer à la profondeur de 31,6m. On donne  $\rho_{\text{eau de mer}} = 1025 \text{ kg/m}^3$  et  $P_{\text{atm}} = 1,0.10^3 \text{ hPa}$



### Application 3 :

Calculer la pression au sommet du mont blanc en Pascal puis en bar

Sachant altitude du mont blanc 4810 m

Masse volumique de l'air  $\rho = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$  (qu'on supposera constante)

$P_{\text{atm}}$  au niveau de la mer  $P = 1015 \text{ hPa}$



## La Pression

## Travaux pratiques 1 : Réducteur de pression

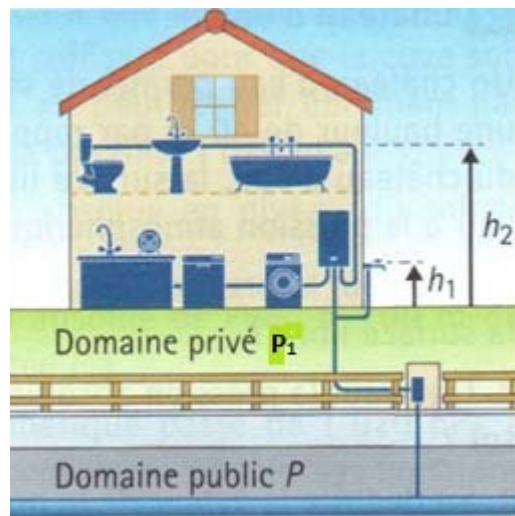
M et Mme NOAH souhaitent aménager une salle de bain à l'étage de leur maison pour leurs enfants afin d'éviter « l'embouteillage » du matin ! Ce robinet, une fois installé, se trouverait à une hauteur  $h_2 = 3,50$  m du sol. Pour que les robinets fonctionnent correctement, il est nécessaire que la pression relative de l'eau pour chaque robinet ne descende pas en dessous de 2,0 bar.

Leur installation d'eau comporte, après le compteur d'eau, un réducteur de pression permettant à la pression relative de l'eau de passer de  $P = 5,5$  bar (pression du réseau) à  $P_1 = 3,5$  bar (pression à la sortie du réducteur de pression).

Ils ne sont pas d'accord sur la faisabilité du projet :

M. Noah : Pour avoir la bonne pression à l'étage, il va falloir régler le réducteur de pression afin que la pression de l'eau au sol soit plus importante, sinon, on n'atteindra jamais 2,0 bar à l'étage !!

Mme Noah : Mais non, avec 3,5 bar au sol, je suis sûre qu'on peut obtenir 2,0 bar, même bien plus haut qu'à l'étage !



## Document 1 : Pression hydrostatique

Pression hydrostatique entre deux points 1 et 2

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + P_1$$

Avec  $P_1$  la pression au point 1 en Pascal (Pa),  $P_2$  la pression au point 2 en Pascal (Pa),

$\rho$  la masse volumique de l'eau  $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $g$  intensité de pesanteur  $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

$h_1$  la hauteur du point 1 en mètre (m),  $h_2$  la hauteur du point 2 en mètre (m).

## Document 2 : Liste du matériel

- 1 éprouvette graduée
- 1 mètre papier
- 1 dispositif d'acquisition de données : Labpro
- 1 capteur de pression absolue
- 1 tuyau souple
- 1 baguette en verre
- 1 ordinateur muni du logiciel LOGGER PRO

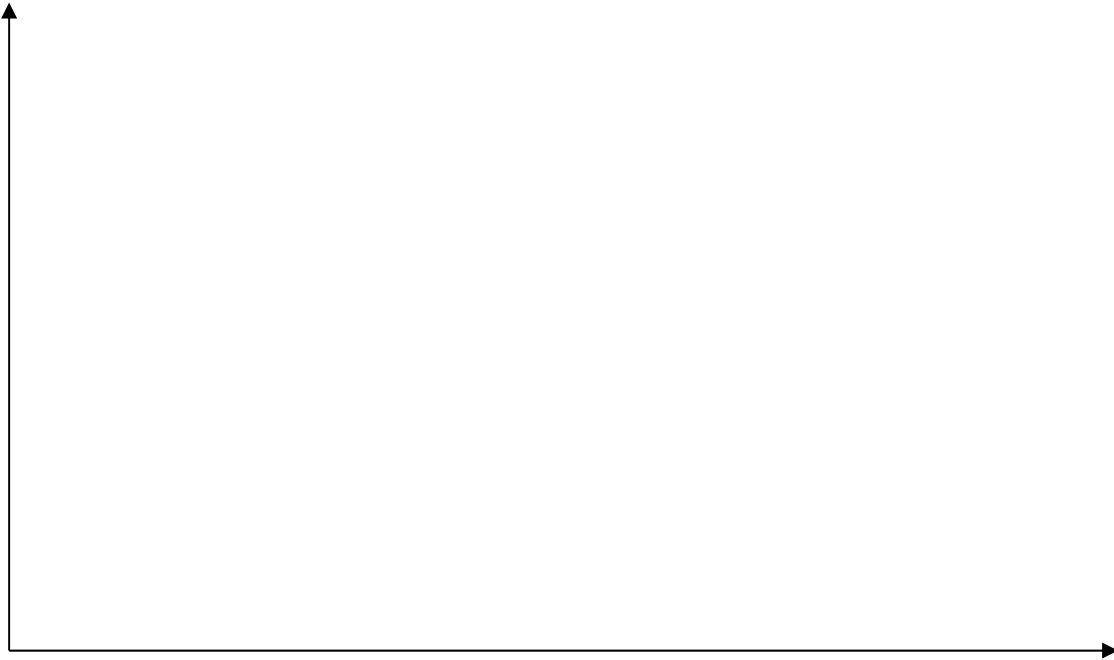
## Document 3 : Protocole expérimental

- Lancer le logiciel *LoggerPro*.
- Brancher le capteur de pression au boîtier *labPro*.
- Dans l'onglet *Expérience*, cliquer sur *Paramètre de mesures*, puis sur le menu déroulant sélectionner « manuel avec entrée »
- Entre « Profondeur » dans nom, puis le symbole «  $h$  » et l'unité «  $m$  ».
- Lancer l'acquisition en cliquant sur *Mesurer*.
- Mesurer la pression hors de l'eau. Pour garder une valeur de profondeur, cliquer sur *garde* puis entrer la valeur de la profondeur ; ici entrer «  $0 \text{ m}$  ».
- Mesurer la pression tous les centimètres environ. Puis garder une valeur de profondeur pour chaque mesure.
- Afficher la courbe  $P = f(h)$ . Afficher l'équation de la droite.
- Cliquer sur l'icône *Stop*.
- Données :  $1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$ .

1 – Réaliser le protocole du document 3 :

2 – Quelle est la valeur de la pression atmosphérique ?

3 – Représenter l'allure de la courbe obtenue.



4 – Quel constat peut-on faire ?

5 – Noter l'équation de la droite obtenue.

6 – En utilisant l'équation trouvée, déterminer la pression obtenue à une hauteur  $h_2$  si la pression au point 1 est de  $P_1 = 3,5 \text{ bar}$ .

Conclure

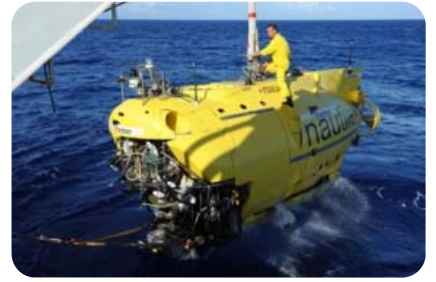
## Exercices

## Exercice 1 : QCM

	A	B	C
Quelle unité est l'unité SI de la pression :	bar ( <i>bar</i> )	Pascal ( <i>Pa</i> )	Millimètre mercure ( <i>mmHg</i> )
La relation qui relie la force $F$ s'exerçant sur une surface $S$ à la pression $P$ est :	$P = F \cdot S$	$P = \frac{F}{S}$	$P = \frac{S}{F}$
Quelles conversions sont exactes ?	$1 L = 1000 mL$	$1 L = 100 mL$	$1 L = 10000 mL$
Quelles conversions sont exactes ?	$1 m^3 = 1000 L$	$1 m^3 = 10^5 mL$	$1 m^3 = 10^6 mL$
Quelles conversions sont exactes ?	$1 dL = 100 mL$	$1 dL = 0,1 L$	$1 dL = 1 cm^3$
Quelles conversions sont exactes ?	$1 dL = 1 cm^3$	$1 dL = 0,1 cm^3$	$1 dL = 100 cm^3$
La loi de l'hydrostatique $\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$ permet de :	Calculer la pression s'exerçant sur une surface	Calculer l'altitude ou la hauteur en fonction de la pression	Calculer la variation de pression en fonction de la hauteur
Dans un fluide, lorsque l'altitude augmente, la Pression :	Augmente	Diminue	Reste inchangée

## Exercice 2 : Le Nautil

Dans les années 70, l'intérêt se portait vers les sous-marins habités, car pour les scientifiques, la présence de l'homme au fond est, comme dans l'espace, un impératif dans les missions d'exploration. Aboutissement de cette stratégie, Nautil, en service depuis 1984, est l'un des six engins profonds opérationnels dans le monde qui a la capacité de plonger jusqu'à 6000 m. Caréné en 2002, il a réalisé plus de 1800 plongées. Il intervient dans la reconnaissance de sites, la mise en œuvre et la maintenance d'instrumentation, les prélèvements... et est intervenu sur des épaves polluantes telles le Prestige.



1. Quelle est la pression maximale  $P_{max}$  à laquelle a été soumis le Nautil lors de ses explorations ?

Le nautil est équipé de 3 hublots de formes circulaires de 120 mm de diamètre.

2. Calculer la force pressante  $F_P$  exercée par la pression de l'eau sur un hublot à 6000m de profondeur.

### Données :

À la surface, l'eau a la même pression que la pression atmosphérique :  $P_{atm} = 1013 \text{ hPa}$

Loi de l'hydrostatique :  $\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$

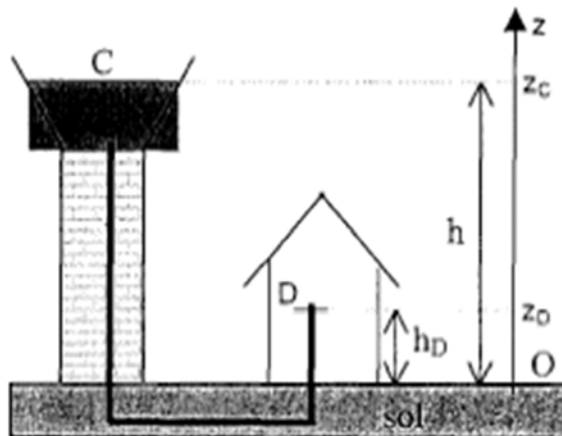
$\rho$  : masse volumique de l'eau ( $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

$g$  : intensité de pesanteur ( $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$ )

## Exercice 3 : Pression dans une maison

Donnée  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$   $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

### Exercice I



$h = 55 \text{ m}$  et  $h_D = 5 \text{ m}$ .

On prendra  $P_{atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  (pression à la surface libre de l'eau donc au point C)

Quelle est la pression au robinet du premier étage (au niveau de D)?

## Exercice 4 : Contrôle de la pression des pneus

Monsieur Moncar s'intéresse aux problèmes de sécurité liés à la pression des pneus. Il lit pour cela le document en annexe B6.

- 3.1. Pourquoi est-il important de vérifier régulièrement la pression des pneus ?
- 3.2. La pression relative recommandée pour le véhicule qui l'intéresse est de 3,3 bar pour un pneu.
  - 3.2.1. Expliquer ce que signifie l'expression « pression relative ».
  - 3.2.2. Quel est l'instrument utilisé pour la mesurer ?
- 3.3. La pression atmosphérique étant de  $1,01 \text{ bar} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , calculer la pression absolue en Pascal dans un pneu.

### Force pressante

- a. Donner l'expression de la valeur de la force pressante exercée par un gaz à la pression  $P$  sur une surface d'aire  $S$ . Préciser les unités SI.
- b. Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'air sur une face d'une table d'aire  $S = 2,0 \text{ m}^2$  lorsque la pression atmosphérique vaut  $P = 1\,000 \text{ hPa}$ .

### Représentation de la force pressante

L'air contenu dans la seringue exerce une force pressante sur le doigt qui obture son extrémité.

- a. Quelles sont les caractéristiques de cette force ? La représenter.
- b. Comment la force est-elle modifiée lorsqu'on enfonce davantage le piston ?

### « Salles blanches »



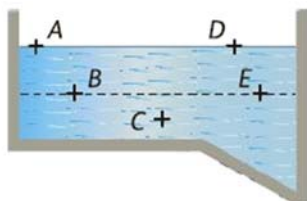
Les « salles blanches » sont des salles où la présence de poussières en suspension dans l'air est minimale et où l'atmosphère est contrôlée en permanence. Cet environnement très particulier est par exemple nécessaire lors de la fabrication des circuits intégrés, dont les composants peuvent avoir des dimensions de l'ordre du nanomètre. La présence de grains de poussière dont les dimensions sont de l'ordre du micromètre ne peut être tolérée.

- a. Expliquer pourquoi ces salles sont maintenues en surpression par rapport à la pression atmosphérique.
- b. La surpression étant de  $100 \text{ Pa}$ , calculer la différence  $F_{\text{int}} - F_{\text{ext}}$  entre la valeur de la force pressante exercée par l'air intérieur et celle exercée par l'air extérieur sur une porte d'aire  $S = 2 \text{ m}^2$ . Une personne aura-t-elle des difficultés à ouvrir la porte en raison de cette surpression ?
- c. Il existe aussi des salles maintenues en dépression par rapport à la pression atmosphérique. Quel est le rôle de la dépression ? Rechercher dans quel domaine ces salles sont utilisées.



### Dans une piscine

Classer par ordre croissant les valeurs de la pression dans les différents points A, B, C, D et E du bassin de la piscine.



### Construire et lire un graphique

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la pression atmosphérique  $P$  en hPa pour une altitude  $h$  en km.

$h$ (km)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P$ (hPa)	1 013	900	794	700	617	541	471	411	357	307

- Représenter la pression  $P$  (en ordonnées) en fonction de l'altitude  $h$  (en abscisses).
- La pression atmosphérique varie-t-elle proportionnellement à l'altitude?
- Quelle est la valeur de la pression atmosphérique :
  - au sommet du mont Blanc (4 810 m)?
  - au sommet de l'Everest (8 850 m)?

### Apprendre à rédiger

Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en orange) ; ce guide vous aide pour rédiger la solution détaillée et pour retrouver les réponses numériques aux questions posées.

#### Énoncé

On introduit un comprimé effervescent dans un flacon cylindrique contenant un peu d'eau, puis on rebouche rapidement le flacon.

Son bouchon a la forme d'un disque d'aire  $S = 3,0 \text{ cm}^2$ .

Au départ, la pression dans le tube est égale à la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}}$ . Le dioxyde de carbone qui se forme dans le tube éjecte le bouchon. À cet instant, la pression à l'intérieur vaut  $P_{\text{max}} = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

a. Calculer la valeur  $F$  de la force pressante exercée par l'air extérieur sur le bouchon lorsque celui-ci est fermé. La pression atmosphérique est  $P_{\text{atm}} = 1,02 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

- Écrire une courte phrase de présentation du calcul.
- Écrire la formule littérale utilisée.
- Si besoin, convertir les grandeurs et écrire la relation numériquement : « poser » le calcul.
- Réaliser le calcul et vérifier que la valeur trouvée est 31 N.

b. Calculer la valeur  $F'$  de la force pressante exercée par le mélange de gaz sur le bouchon juste avant l'éjection du bouchon.

- Adopter une démarche analogue pour trouver  $F' = 45 \text{ N}$ .

c. En utilisant le modèle microscopique des gaz, expliquer pourquoi le bouchon est éjecté.

- Décrire d'abord ce modèle, puis expliquer l'augmentation de la pression intérieure.

### Masque de plongée

Sur le bateau, Malika s'équipe de son masque de plongée.

a. Calculer la valeur de la force pressante qu'exerce l'air atmosphérique sur l'extérieur du verre du masque quand Malika est encore sur le bateau.

b. Quelle est la valeur de la force exercée par l'eau sur le verre du masque à la profondeur de 20 m ?

**Donnée :** aire du verre du masque,  $S = 70 \text{ cm}^2$ .

### Apprendre à rédiger

Voici l'énoncé d'un exercice et un guide (en orange) ; ce guide vous aide pour rédiger la solution détaillée et pour retrouver les réponses numériques aux questions posées.

#### Énoncé

On utilise en plongée sous-marine un profondimètre. C'est un manomètre qui indique la profondeur de plongée.

a. Établir l'expression mathématique donnant la profondeur  $h$  de plongée en fonction de la pression  $P$  mesurée. On supposera que la température de l'eau varie peu.

**Données :** pression atmosphérique,  $P_0 = 1\,013 \text{ hPa}$  ; masse volumique de l'eau de mer,  $\rho = 1,02 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

- Présenter puis écrire la formule littérale de la loi utilisée. En déduire l'expression littérale demandée.
- Indiquer les unités.

b. Lorsque la pression mesurée est de  $P = 4\,500 \text{ hPa}$ , quelle est l'indication affichée ?

- Faire l'application numérique (en unités SI).
- Tenir compte du nombre de chiffres significatifs et vérifier que la valeur est  $h = 34,8 \text{ m}$ .

c. Outre la profondeur du plongeur, l'appareil indique la profondeur maximale atteinte et la durée de plongée. De plus, il déclenche une alarme liée à la vitesse de remontée. Pourquoi est-il important de connaître ces indications ?

- Faire le lien entre la variation de la pression en diazote de l'air respiré, la durée et les risques vitaux liés à la diminution de la pression à la remontée.