

Données : masse volumique de l'eau  $\rho_{eau} = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  ; pression atmosphérique  $p_{atm} = 1.10^5 \text{ Pa}$

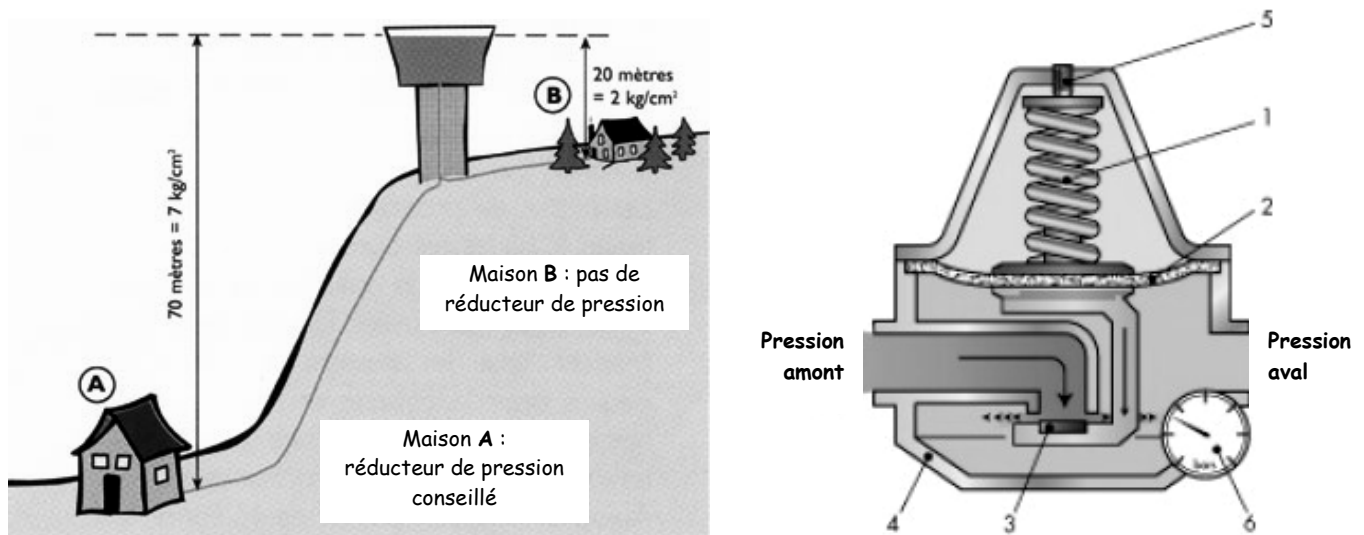
## 1 Réducteur de pression

Les syndicats des eaux assurent l'alimentation en eau potable mais ne garantissent pas l'ajustement de la pression. Pour une installation courante, celle-ci est de 3 bars. Au-dessus, le groupe de sécurité du chauffe-eau, les robinets, la chasse d'eau, voire certains appareils électroménagers peuvent se mettre à fuir.

La solution consiste à installer un réducteur de pression (schéma ci-dessous), c'est-à-dire un appareil permettant d'obtenir de l'eau avec une pression inférieure à la pression d'entrée. Il doit être taré à 3 bars ou réglable.

Dans le réducteur de pression, deux forces s'opposent : celle du ressort de tarage (1) et celle de l'eau du réseau aval sur la membrane souple (2). En cas d'écoulement d'eau, la pression dans le logement diminue et le ressort repousse la membrane souple. Cette action provoque l'ouverture du clapet (3), situé au niveau du corps en bronze (4). Si l'eau est fermée, la pression dans le logement remonte jusqu'à l'équilibre des forces qui entraîne la fermeture du clapet. Le réglage de la pression désirée s'effectue avec la vis (5) qui comprime plus ou moins le ressort. Le raccordement de manomètres (6) permet de vérifier la pression aval.

Sur le dessin ci-dessous, deux maisons A et B sont alimentées par le château d'eau. On suppose que la surface libre d'eau du réservoir est en contact avec l'air et le niveau ne varie quasiment pas.



1. Quel est l'organe du réducteur de pression qui permet d'obtenir une pression réglable ?
2. A quelle grandeur correspond l'unité  $\text{kg/cm}^2$  en légende du dessin ? Quel est son équivalent dans l'unité officielle ?
3. Vérifier que la pression au niveau de la maison A est bien de 7 bars et que celle-ci nécessite un réducteur de pression.

## 2 Ballon d'eau chaude

On considère un ballon d'eau chaude de hauteur 1,6 m à moitié remplie d'eau.

1. Calculer les différences de pression entre le point A situé au fond de la cuve, et le point B situé à la surface du liquide.
  2. Calculer les différences de pression entre le point B et le point C situé en haut de la cuve.
- Conclure.

Données :  $\rho_{air} = 1,29 \text{ kg/m}^3$

## 3 Débits

1. De l'eau s'écoule dans une conduite de 30,0 cm de rayon à la vitesse de  $0,50 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer le débit volumique en  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  et L/min.
2. Dans une conduite de 30,0 cm de diamètre, l'eau circule avec un débit volumique de 1800 L/min. Calculer la vitesse  $v$  moyenne d'écoulement. Le diamètre devient égal à 15,0 cm ; calculer la nouvelle vitesse moyenne  $v'$ .

#### 4 Consommation d'eau

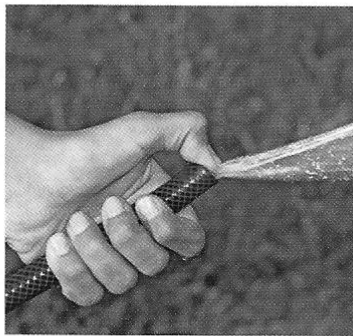
Le tableau ci-dessous donne les ordres de grandeur des consommations d'eau courante, ainsi que les fréquences journalières maximales d'une famille de 5 personnes :

	Volume d'eau consommé (L)	Nombre d'utilisations
Douche	60 à 80	4
Chasse d'eau	6 à 12	10
Bain	150 à 200	1
Préparation du repas	5 à 8 (par personne)	2 repas
Lave-vaisselle	30 à 35	1
Lave-linge	50 à 110	1

1. Donner un encadrement du volume d'eau consommé lors d'une journée.
2. Calculer la masse d'eau consommée pour l'ensemble des repas.

#### 5 Tuyau d'arrosage

Un tuyau d'arrosage de diamètre intérieur  $d = 25 \text{ mm}$  laisse sortir l'eau à une vitesse moyenne  $v = 0,42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



1. Calculer le débit volumique de cet écoulement. Ce débit reste constant pour la suite de l'exercice.
2. On désire remplir un arrosoir d'une contenance de 5 L. Combien de temps prend l'opération ?
3. L'extrémité du tuyau est partiellement obturée, la section de l'écoulement est réduite à  $1,00 \text{ cm}^2$ . Calculer la nouvelle vitesse moyenne à laquelle sort l'eau.

#### 6 Flight cruise

During the cruise phase of a flight at 30 000 feet, the air pressure outside the plane is  $p = 300 \text{ hPa}$ . Nevertheless, the air inside the plane is pressurized and the pressure maintained at  $850 \text{ hPa}$  for the comfortable breathing of passengers.

What are the direction, the sense and the value of the force acting upon the window ?

Data: 1 foot = 30,5 cm  
window surface area :  $50 \text{ cm}^2$

#### 7 Economie d'eau

Une habitation possède un collecteur des eaux de pluie d'une capacité de  $8,00 \text{ m}^3$ . Elle est également équipée de réducteurs de débit qui limitent le débit à  $5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  quelle que soit l'utilisation (robinet simple, baignoire, évier...).

1. Calculer le débit volumique d'alimentation nécessaire si quatre robinets sont ouverts simultanément.
2. Déterminer l'autonomie de la cuve lors du puisage simultané en quatre points d'utilisation.
3. La pompe de relevage de l'eau de pluie permet d'assurer un débit maximum de  $0,10 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ . Calculer le débit volumique provenant du réseau pour assurer simultanément le puisage en quatre points différents de l'habitation.

#### 8 Lance à incendie

Pour une petite lance à incendie, le diamètre d'entrée est  $40 \text{ mm}$ , celui de sortie vaut  $14 \text{ mm}$ . Le débit est de  $250 \text{ L}/\text{min}$ .

1. Calculer les vitesses d'écoulement du fluide en entrée et en sortie de tuyau.
2. Calculer le débit massique.

#### 9 Récupérateur d'eau

Une habitation se situe dans une région où les précipitations annuelles sont en moyenne de  $500 \text{ mm}$  (hauteur d'eau tombée sur  $1 \text{ m}^2$ ). La toiture possède une surface de collecte des eaux de pluie de  $80 \text{ m}^2$ . Toute l'eau de pluie n'est généralement pas récupérée. On estime à 20 % le volume non récupérable. Les habitants consomment en moyenne  $400 \text{ L}$  d'eau par jour.



1. Combien de jours de consommation l'eau de pluie peut-elle assurer ?
2. Calculer le débit annuel moyen de l'eau qui provient du réseau.
3. Calculer le diamètre de la canalisation amenant l'eau du réseau pour que la vitesse moyenne de l'écoulement soit de  $0,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

## 10 Pression d'un échafaudage sur le sol

Une entreprise de couverture doit remplacer les gouttières d'un bâtiment. Pour cela, elle dispose d'un échafaudage de masse  $m_1 = 250$  kg. Deux couvreurs montent sur celui-ci avec leur outillage pour une masse supplémentaire  $m_2 = 200$  kg.

1. Calculer la valeur du poids de cet ensemble (échafaudage + couvreurs + outillage) ;

On suppose que le poids est réparti sur les quatre pieds de l'échafaudage. Chaque pied est constitué d'un disque de rayon  $R = 10$  cm.

2. Calculer la pression exercée par l'ensemble sur le sol.

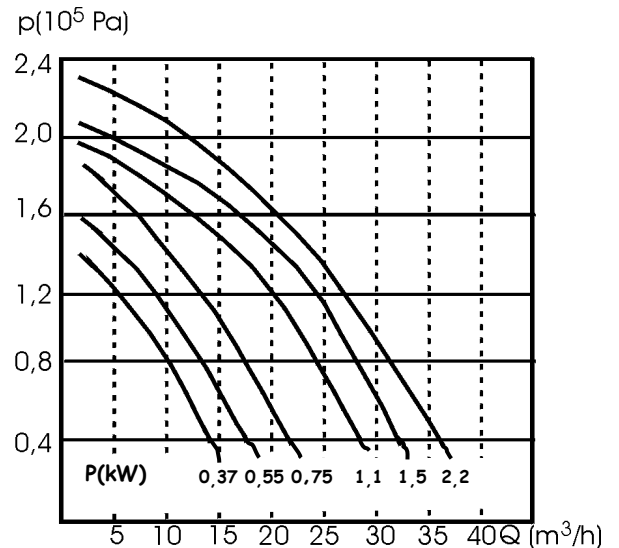
## 11 Pompe de filtration

Une motopompe réinjecte dans un bassin de piscine une eau préalablement filtrée. Le volume d'eau à traiter est de  $100$  m<sup>3</sup>. La filtration doit être totale en 5 heures.

1. Préciser le débit  $D_v$  en m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> nécessaire de la motopompe.

2. La motopompe utilisée présente les caractéristiques ci-contre données par le constructeur. Sachant que la pression nécessaire est de  $1,2 \cdot 10^5$  Pa, en déduire graphiquement la puissance utile (en kW) de la motopompe.

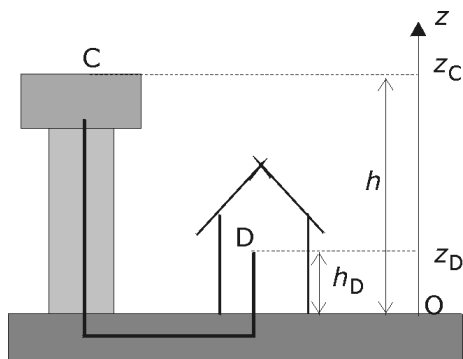
3. Sachant que la motopompe a un rendement de 80%, déterminer la consommation électrique de la pompe pendant la durée de pompage (en J).



## 12 Distribution d'eau à partir d'un château d'eau

La surface libre C de l'eau contenue dans un château d'eau est à une hauteur  $h = 60$  m du sol.

Un immeuble est alimenté par ce château d'eau. Le sol sur lequel sont construits l'immeuble et le château d'eau est horizontal (voir figure ci-dessous).



**Relation de Bernoulli entre les points C et D :**

$$\frac{1}{2} \rho \cdot v_C^2 + p_C + \rho \cdot g \cdot z_C = \frac{1}{2} \rho \cdot v_D^2 + p_D + \rho \cdot g \cdot z_D$$

1. Énoncer le principe fondamental de la statique des fluides entre les points C et D.

2. Calculer l'écart entre la pression de l'eau au niveau d'un robinet D situé à une hauteur  $h_D = 15$  m de hauteur dans l'immeuble et la pression atmosphérique (pression au niveau du point C).

3. En déduire la pression  $p_D$  de l'eau au niveau du robinet D.

4. On ouvre le robinet D. La section S de la canalisation alimentant ce robinet est de  $1,13$  cm<sup>2</sup>. En utilisant l'équation de Bernoulli (proposée ci-dessus) entre les points C et D, calculer la vitesse d'écoulement  $v_D$  dans la canalisation et le débit  $D_v$  en m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> dans cette canalisation. On supposera que le niveau de la surface libre en C ne varie quasiment pas.

On branche maintenant un nettoyeur haute pression sur ce robinet D. La pression  $p_E$  obtenue en E à la sortie du compresseur pour un même débit et au même niveau est élevée à  $15,5 \cdot 10^5$  Pa (schéma ci-dessus du compresseur). On admettra que le débit garde la valeur précédemment calculée à la question 4.

5. Calculer la puissance de ce compresseur P en utilisant la relation suivante :  $P = (p_E - p_D) \cdot D_v$