

**CONTROLE TERMINAL 1<sup>ère</sup> session**

**Durée : 2h**

*pas de documents, pas de téléphone portable, calculatrice autorisée  
prenez soin de justifier vos réponses et de respecter les notations employées (cela sera pris en compte dans la notation)  
le soin de la rédaction et l'orthographe seront également pris en compte*

**Cours (pensez à expliciter chaque variable utilisée, reportez votre réponse sur votre copie) : 5 points**

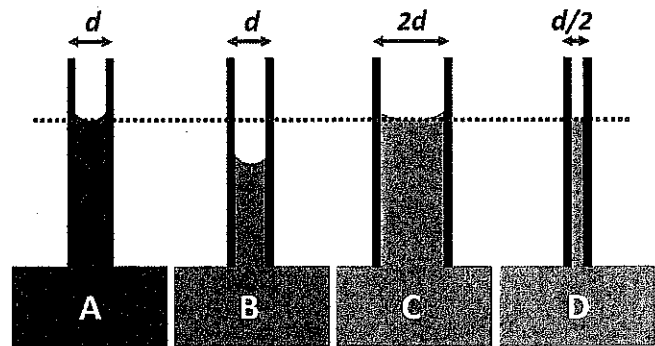
- C.a) Que vaut la masse volumique de l'air ? (exprimée en unités du système international, arrondie à un chiffre significatif) 0.5 pt
- C.b) Quelle est la définition de la viscosité cinématique ? 1 pt
- C.c) La conservation du débit massique d'un fluide incompressible s'applique uniquement dans le cas d'un fluide non visqueux. 0.5 pt  
 Vrai  Faux
- C.d) Que caractérise la loi de Darcy ? (il ne vous est pas demandé d'exprimer cette loi) 1 pt
- C.e) Donnez deux méthodes expérimentales pour mesurer la tension superficielle. 1 pt
- C.f) Quelle est l'expression du nombre de Reynolds et que permet-t-il de caractériser ? 1 pt

**Questions qualitatives : 5 points**

**Question 1 : Comparaison de coefficients de tension superficielle 1.5 points**

Nous souhaitons comparer les coefficients de tension superficielle de 4 liquides différents ayant la même masse volumique. On supposera que, dans tous les cas, le liquide mouille parfaitement la surface.

Q.1) A partir des résultats obtenus ci-contre, quel est le liquide (A, B, C ou D) qui a la tension superficielle la plus élevée ? Justifiez votre raisonnement.



**Question 2 : 2 points**

Q.2) Un petit cours d'eau dans sa partie canalisée possède une largeur constante  $l$  de 3 m et une profondeur  $h$  de 1.5 m. On mesure sa vitesse moyenne d'écoulement  $v = 0.1 \text{ m.s}^{-1}$ . Donnez le débit volumique  $Q$  de ce cours d'eau exprimé en  $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$  et en  $\text{L.s}^{-1}$ .

**Question 3 : Pot de confiture 1.5 point**

Q.3) Pour préparer des pots de confiture, on verse la confiture très chaude dans un pot, que l'on ferme hermétiquement avec un couvercle. Pourquoi est-il difficile d'ouvrir certains pots si l'on ne laisse pas pénétrer un peu d'air sous le couvercle ?

**Exercices :****11 points****Exercice 1 : Pression dans le système de chauffage d'une habitation****3 points**

Dans un immeuble, la chaudière est située au sous-sol. Elle délivre de l'eau chaude à une pression initiale de  $P_{mi} = 2$  bar dans une canalisation de diamètre  $D = 5$  cm. Au troisième étage (situé à  $h = 12$  mètres au-dessus de la chaudière), les conduites sont alors d'un diamètre de  $d = 1$  cm. La viscosité du liquide est ici négligée. Le débit initial dans la conduite est noté  $Q_{mi}$ . La gravité et la masse volumique de l'eau contenue dans la canalisation sont notées respectivement  $g$  et  $\rho$ .

E1.a) Exprimez la vitesse  $v_{mi}$  en sortie de la chaudière et la vitesse  $v_{fn}$  au troisième étage en fonction de  $Q_{mi}$ ,  $D$  et  $d$ . **1 pt**

E1.b) Exprimez la pression  $P_{fn}$  au niveau du troisième étage en fonction de  $Q_{mi}$ , de  $P_{mi}$ , de  $D$ , de  $d$  et de  $h$  ainsi que de  $g$  et  $\rho$ . **2 pt**

**Exercice 2 : Fuite de pétrole dans un pétrolier****8 points**

Nous nous intéressons dans cet exercice à un pétrolier qui s'est échoué au fond de l'océan à une profondeur de 500m. La coque n'a pas été brisée si bien que le pétrole reste encore majoritairement confiné dans les cuves du navire. Par contre, en raison d'une petite fuite, des boulettes s'échappent très régulièrement. Ces boulettes ont une forme sphérique avec un diamètre  $D$  de 3 cm. Elles ont initialement une vitesse nulle. Tous les vecteurs sont comptés positivement vers le haut (axe  $z$  orienté vers le haut, vecteur unitaire  $\vec{e}_z$ ).

E2.a) Exprimez sous forme littérale et numérique le volume  $V$  d'une boulette. **0.5 pt**

La densité API  $d_{API}$  (du nom de American Petroleum Institute) est une échelle utilisée dans l'industrie pour exprimer la densité du pétrole brut. On la déduit de la densité usuelle  $d$  (définie dans le système SI) à partir de la formule suivante :

$$d_{API} = -131.5 + 141.5/d$$

E2.b) Quand un pétrole a une densité API élevée, est-ce qu'il est lourd ou bien léger ? **0.5 pt**

Le pétrole contenu dans le navire a une densité API de 40. L'eau de mer a une masse volumique de  $1032 \text{ kg/m}^3$ .

E2.c) Calculez la densité et la masse volumique du pétrole correspondant. **1 pt**

Les frottements suivent la loi de Stokes caractérisée par une force ayant une direction opposée au vecteur vitesse  $\vec{v}$  et une norme égale à  $3\pi\eta D |\vec{v}|$ .

E2.d) Nommez les trois forces s'exerçant sur les boulettes de pétrole. **1 pt**

E2.e) Représentez ces forces sur un schéma à un instant  $t$  différent de l'instant initial. **1 pt**

E2.f) Donnez l'expression sous forme vectorielle de ces forces. **1 pt**

E2.g) La boulette de pétrole va-t-elle monter ou bien au contraire descendre ? Justifiez votre réponse. **0.5 pt**

E2.h) Écrivez l'équation différentielle régissant l'évolution de la vitesse  $\vec{v}$  de la gouttelette. **Il ne vous est pas demandé de résoudre cette équation différentielle.** **1 pt**

E2.i) On se place maintenant dans le cas où la vitesse est stationnaire (elle ne change plus au cours du temps). On note  $\vec{v}_i$  cette vitesse et  $v_i$  son module. Comment se simplifie alors l'équation trouvée dans la question précédente ? **0.5 pt**

E2.j) Exprimez  $v_i$ . **1 pt**