

## Examen partiel n° 1

**Professeur responsable :** Christophe ANCEY

**Documentation autorisée :** aucune documentation sauf formulaire A4 (recto et verso)

**Matériel autorisé :** aucun matériel électronique sauf calculatrice simple

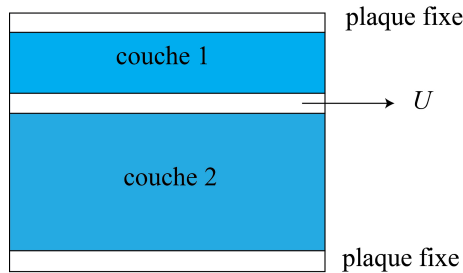
**Durée de l'examen :** 45 min (16 h 15–17 h)

**Date et lieu :** 27 mars 2016 salle CM 1

1. L'examen comporte 8 questions.
2. Le barème de chaque question est indiqué au début de chaque question.
3. Les réponses fausses entraînent des pénalités (0,5 point par réponse fausse).
4. Remplir les cases au stylo noir ou bleu (ne cochez pas, ne barrez pas, en cas d'erreur demandez une nouvelle feuille de réponses). Les cases mal noircies peuvent entraîner des pénalités.
5. Il y a une seule bonne réponse par question.

### Exercice 1

Une grande plaque mobile est située entre deux grandes plaques fixes (voir figure 1) et sépare deux couches de fluide. Les fluides sont newtoniens de viscosité  $\mu_1 = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  et  $\mu_2 = 2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ . Les épaisseurs respectives sont  $h_1 = 1 \text{ cm}$  et  $h_2 = 2 \text{ cm}$ . La plaque centrale mobile se déplace à une vitesse de  $U = 1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$  parallèlement aux autres plaques.



**Figure 1 :** glissement d'une plaque entre deux plaques fixes. L'indice 1 renvoie au fluide dans l'espace supérieur tandis que l'indice 2 désigne l'espace inférieur.

**Question 1** [1] Comment est le profil de vitesse au sein de chaque couche ?

- A Le profil des vitesses est parabolique.  
 B Le profil des vitesses est uniforme.  
 C Le profil des vitesses est linéaire.

**Question 2** [1] Que vaut le taux de cisaillement au sein de la couche 1 ?

- A  $\dot{\gamma}_1 = Uh_1/(h_1 + h_2)^2 = 0,11 \text{ s}^{-1}$   
 B  $\dot{\gamma}_1 = U/(h_1 + h_2) = 0,3 \text{ s}^{-1}$   
 C  $\dot{\gamma}_1 = U/h_1 = 1 \text{ s}^{-1}$

**Question 3** [1] Déterminez la contrainte sur la plaque fixe supérieure (au-dessus de la couche 1).

- A  $\tau_1 = 11 \text{ mPa}$   
 B  $\tau_1 = 1 \text{ Pa}$   
 C  $\tau_1 = 100 \text{ Pa}$

**Question 4** [1] Déterminez la contrainte sur la plaque fixe inférieure (au-dessous de la couche 2).

- A  $\tau_2 = 1 \text{ Pa}$   
 B  $\tau_2 = 2 \text{ Pa}$   
 C  $\tau_2 = 500 \text{ mPa}$

## Exercice 2

Un avion de ligne d'envergure  $L$  vole à une vitesse de croisière  $U = 700$  km/h dans l'air et à une altitude  $H = 9000$  m. On souhaite étudier en soufflerie certaines propriétés de l'avion et pour cela on a recours à un modèle réduit à l'échelle  $\varepsilon = 1/20$ . On donne les viscosités dynamiques  $\mu_i$  ( $i = a$  ou  $e$  pour désigner l'air ou l'eau, respectivement) de l'air ( $\mu_a = 1,5 \times 10^{-5}$  Pa·s à l'altitude  $H$ ,  $\mu_a = 1,8 \times 10^{-5}$  Pa·s au niveau de la mer) et de l'eau ( $\mu_e = 1,0 \times 10^{-3}$  Pa·s). La masse volumique de l'air à l'altitude  $H$  est  $\rho_a = 0,5$  kg/m<sup>3</sup> contre  $\rho_a = 1,22$  kg/m<sup>3</sup> au niveau de la mer (celle de l'eau est  $\rho_e = 1000$  kg/m<sup>3</sup>).

**Question 5** [1] Quel(s) est (sont) le(s) principal(-aux) critère(s) de similitude à respecter entre les deux échelles?

- A Les nombres de Froude et de Reynolds  
 B Le nombre de Froude  
 C Le nombre de Reynolds

**Question 6** [1] Déterminer la vitesse que doit avoir l'écoulement en soufflerie afin de reproduire la réalité.

- A  $U = 700$  km/h.  
 B  $U = 14000$  km/h.  
 C  $U = 1,16$  km/h.  
 D  $U = 6885$  km/h.

**Question 7** [1] Au lieu d'une soufflerie à air, on utilise une veine liquide (tunnel à écoulement d'eau). Déterminer la vitesse que doit avoir l'écoulement en soufflerie afin de reproduire la réalité.

- A  $U = 467$  km/h.  
 B  $U = 1,16$  km/h.  
 C  $U = 700$  km/h.  
 D  $U = 230$  km/h.

## Exercice 3

Un iceberg de masse volumique  $\rho_g = 920$  kg/m<sup>3</sup> flotte sur l'océan ( $\rho_e = 1025$  kg/m<sup>3</sup>).

**Question 8** [1] Quelle fraction de son volume  $\nu$  se trouve sous l'eau?

- A  $\nu = 88$  %  
 B  $\nu = 90$  %  
 C  $\nu = 92$  %