

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## ÉTUDE ET RÉALISATION D'OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX

### SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

coefficient 2

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte : 5 pages numérotées de 1 à 5.*

Documents à rendre avec la copie : Pages 4 et 5.

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront de façon  
appréciable dans l'évaluation des copies.*

### CALCULATRICE AUTORISÉE

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables,  
alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas  
fait usage d'imprimantes.*

*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance,  
il peut la remplacer par une autre.*

*Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la  
consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par  
l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

**A - Mécanique des fluides :****Écoulement de l'eau d'un lac en régime permanent. ( 6,5 points )****Données :**

Les unités dans lesquelles sont exprimées les grandeurs du problème, sont celles du système international. On donne  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

La valeur de la pression atmosphérique est constante et prise égale à :  $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$ .

L'eau est considérée comme un fluide parfait (non visqueux) et incompressible.

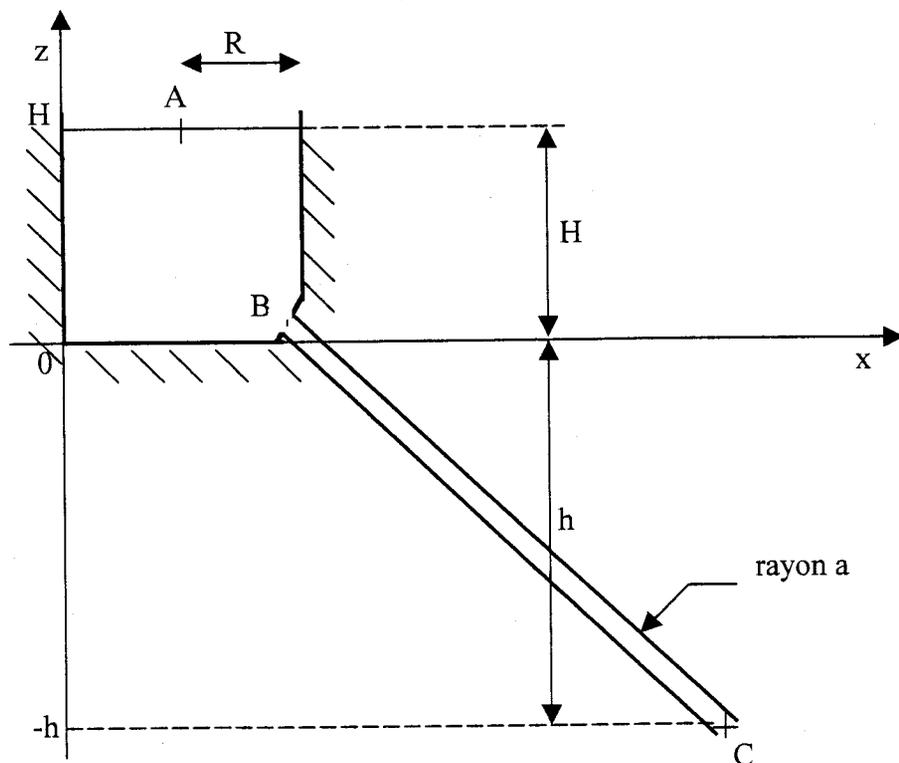
La masse volumique de l'eau a pour valeur :  $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

La relation de Bernoulli peut s'écrire en notant  $z$  la cote d'un point sur un axe vertical orienté vers le

haut :

$$p + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{Constante}$$

On modélise une installation composée d'un lac de retenue et d'une conduite forcée, par un récipient cylindrique circulaire d'axe vertical de rayon  $R = 100 \text{ m}$  et de hauteur suffisante pour contenir la hauteur d'eau  $H = 25 \text{ m}$  et une canalisation cylindrique de rayon  $a = 20 \text{ cm}$  rectiligne, dont l'embouchure est à une dénivellation  $h = 500 \text{ m}$  plus bas que la prise d'eau B dans le bassin ; le niveau de référence ( $z=0$ ) est le niveau de fond du lac.



On veut calculer, en régime permanent, la vitesse d'écoulement  $v_c$  de l'eau à la sortie de la canalisation le niveau H étant maintenu constant.

1- Que peut-on dire du débit volumique  $q_v$  à l'entrée B et à la sortie C de la canalisation ?

En déduire une relation entre la vitesse de l'eau  $v_B$  en B et la vitesse de l'eau  $v_C$  en C.

2- Écrire la relation liant les pressions  $p_B$  et  $p_C$ .

Simplifier cette relation en utilisant la question 1 et donner une expression de  $p_B$ .

3- Écrire la relation liant les pressions  $p_A$  en A et  $p_B$  en B.

Justifier le fait que l'on puisse négliger la vitesse du fluide  $v_A$  dans le lac.

Simplifier alors la relation précédente et donner une expression de  $p_B$ .

4- Montrer que la vitesse d'écoulement peut s'écrire :  $v = \sqrt{2g(H+h)}$

Calculer numériquement cette vitesse.

5- Calculer le débit volumique  $q_v$  de l'eau dans la canalisation.

6- Calculer le débit massique  $q_m$  de l'eau dans la canalisation.

## B – Électricité :

### Réseau triphasé équilibré, moteur asynchrone. ( 10,5 points )

Un réseau EDF triphasé ( 230 V / 400 V ; 50 Hz ) alimente une installation composée de :

- 12 lampes ( 230V ) à incandescence, identiques, de tension nominale  $U_L=230$  V et de puissance unitaire  $P_L = 100$  W. ( lampes considérées comme purement résistives )
- 1 moteur asynchrone triphasé  $M_1$  ( 400 V / 690 V ) ; tétrapolaire ( 4 pôles ) absorbant une puissance électrique active  $P_1 = 12$  kW, le facteur de puissance étant  $k_1 = 0,80$  et le glissement  $g = 4\%$  pour le point de fonctionnement nominal.
- 1 moteur asynchrone triphasé  $M_2$  ( 400 V / 690 V ) absorbant une puissance active  $P_2 = 10$  kW le facteur de puissance est  $k_2 = 0,68$ .

1- Étude de l'installation :

1-1 Le conducteur N est le neutre. Comment nomme-t-on les 3 conducteurs numérotés 1, 2,3 sur le **document réponse n° 1 à rendre avec la copie** ?

1-2 Indiquer les valeurs des tensions  $V_a$  et  $V_b$  représentées sur le document annexe.

1-3 L'installation étant équilibrée, quelle est la valeur de l'intensité dans le fil neutre ?

1-4 Quel doit être le couplage du moteur  $M_1$ , du moteur  $M_2$  ? Justifier vos réponses.

1-5 Quel est le montage des lampes ? Justifier votre réponse.

2 - Étude énergétique

Les 12 lampes et les 2 moteurs fonctionnent simultanément.

2-1- Calculer  $P_T$  la puissance active totale absorbée par l'installation.

2-2- Calculer  $Q_T$  la puissance réactive totale absorbée par l'installation.

2-3- Calculer  $S_T$  la puissance apparente de l'installation.

2-4- En déduire la valeur de l'intensité  $I_T$  efficace en ligne.

2-5- Montrer que le facteur de puissance  $k_T$  de l'installation est égal à 0,76 (à  $10^{-2}$  près).

2-6- Le propriétaire de l'installation souhaite relever son facteur de puissance de 0,76 à 0,93.

2-6-1- Pourquoi ?

2-6-2- Sur le document annexe, faire le schéma de câblage des trois condensateurs identiques  $C_1, C_2, C_3$  que l'on branche en triangle pour ce relèvement de facteur de puissance.

### 3 - Moteur asynchrone

On rappelle que la vitesse de rotation du rotor est calculée grâce aux deux relations suivantes:

$$g = \frac{(n_s - n)}{n_s} \quad \text{et} \quad n_s = \frac{f}{p}$$

- f est la fréquence d'alimentation,
- p est le nombre de paires de pôles,
- g est le glissement,
- $n_s$  est la fréquence de synchronisme en tours.s<sup>-1</sup>.

3-1- Calculer numériquement en tour.min<sup>-1</sup> la fréquence de rotation du moteur  $M_1$ .

3-2- Le rendement du moteur  $M_1$  au point de fonctionnement nominal, est  $\eta_1 = 80 \%$ . Calculer la puissance utile  $P_{U,1}$  que peut fournir le moteur.

3-3- Calculer le moment du couple utile nominal  $T_{U,1}$  du moteur.

### C -. Optique : ( 3 points )

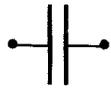
Sur l'axe d'une lentille L, on place un objet lumineux AB : voir **document annexe n° 2 à rendre avec la copie**. Le document est à l'échelle 1 :

- 1- Préciser la nature de la lentille L : convergente ou divergente ?
- 2- Quelle est la valeur de sa distance focale ?  
Quelle est la valeur de sa vergence ?
- 3- Quels noms portent les points F, F' et O ?
- 4- Complétez sur le document réponse n° 2, la marche des trois rayons issus de B et déterminez la grandeur de l'image  $A_1B_1$  de l'objet AB donnée par la lentille.
- 5- En déduire la nature de l'image obtenue.

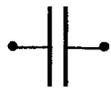
Document réponse n° 1 à rendre avec la copie



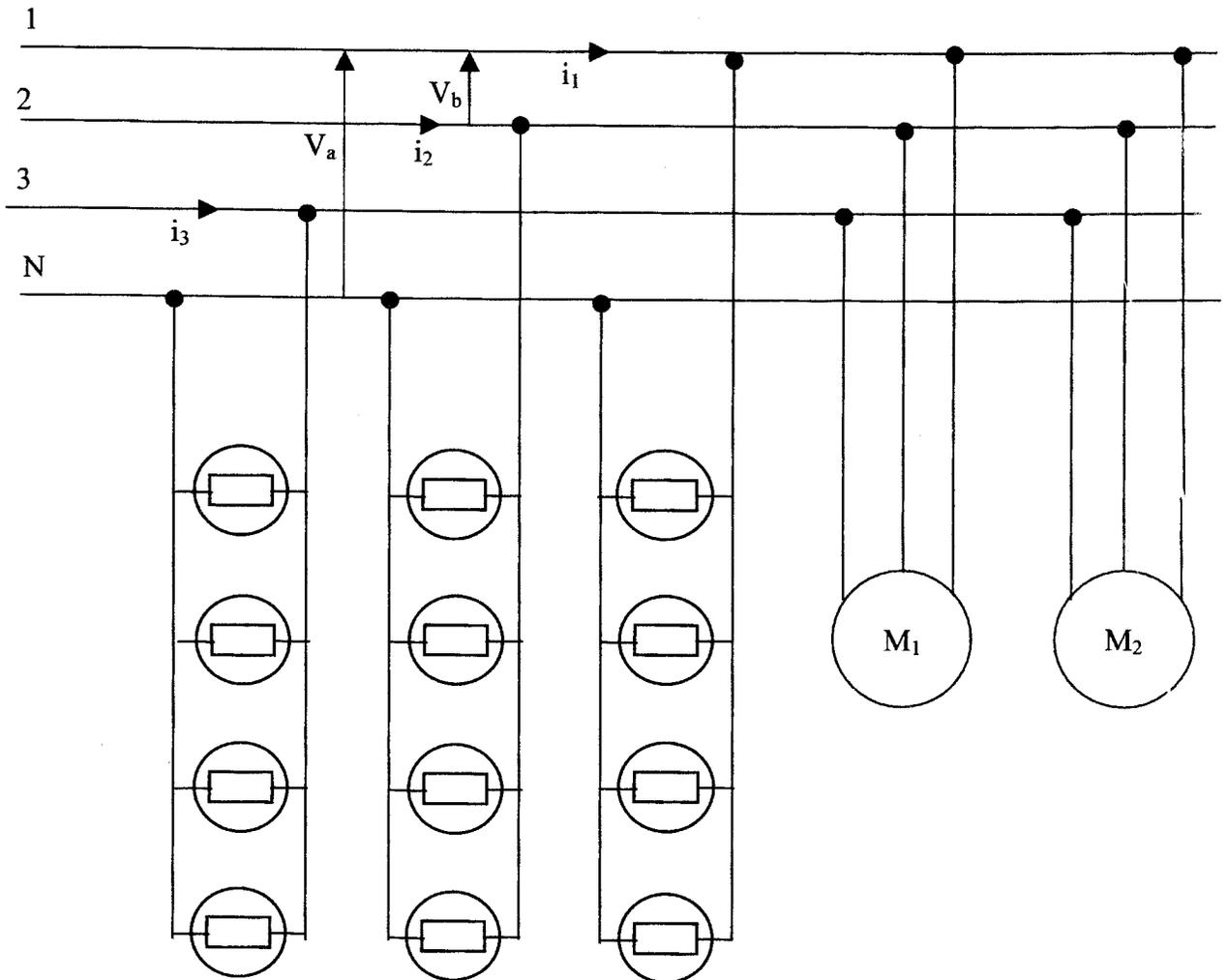
C<sub>1</sub>



C<sub>2</sub>



C



## Document réponse n°2 à rendre avec la copie

