

**Repère : CRE3SC**

**SESSION 2003**

**Durée : 2 H 30**

**Page : 0/5**

**Coefficient : 2**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**CONCEPTION ET REALISATION DE CARROSSERIES**

**EPREUVE U32 :**  
**SCIENCES PHYSIQUES**

## SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

### A : MÉCANIQUE DES FLUIDES ET THERMODYNAMIQUE (10 points)

#### I - Mécanique des fluides

Données :

- Accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .
- Masse volumique de l'eau  $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Une piscine parallélépipédique de dimensions :  $L = 12 \text{ m}$  ;  $l = 8 \text{ m}$  ;  $h = 1,8 \text{ m}$  est remplie d'eau.

I-1 - Calculer le volume  $V$  d'eau qu'elle contient.

I-2 - Calculer la durée  $t$  du remplissage de la piscine sachant que le débit volumique du robinet qui l'alimente est  $q_v = 4 \text{ L.s}^{-1}$ . Exprimer cette durée en heures.

Le fond de la piscine est équipé d'une bonde de diamètre  $d = 0,1 \text{ m}$ . Cette bonde servira à vidanger la piscine. (cf schéma)

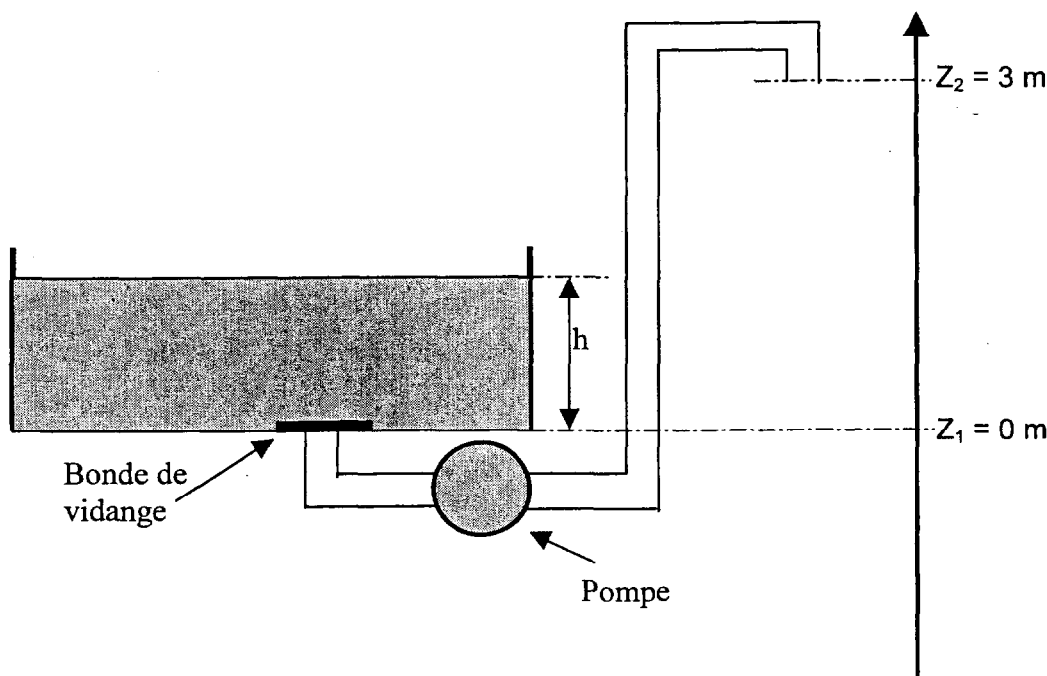
I-3 - Calculer la pression relative  $p_r$  exercée par l'eau sur cette bonde avant vidange (on ne tiendra pas compte de la pression atmosphérique).

I-4 - En déduire la force  $F$  exercée par l'eau sur cette bonde.

On désire vider le contenu de cette piscine en 10 heures en actionnant une pompe située dans la conduite de vidange de cette piscine (cf. schéma).

La conduite de vidange débouche à l'air libre.

On négligera toutes les pertes de charge.



- I-5 - Quel doit être le débit volumique  $q'_v$  de la pompe qui servira à cette vidange ?
- I-6 - Le diamètre de la conduite est  $D = 5$  cm. Calculer la vitesse d'écoulement  $v'$  de l'eau dans cette conduite.
- I-7 - Calculer le travail massique  $W_{12}$  qui aura été fourni par la pompe à la fin de la vidange (le niveau de l'eau étant alors à la cote  $Z_1 = 0$ ). On prendra  $p_2 - p_1 = 18 \cdot 10^3$  Pa et  $v_1 = 0$ .
- I-8 - En déduire la puissance  $P$  de la pompe.

Rappel :

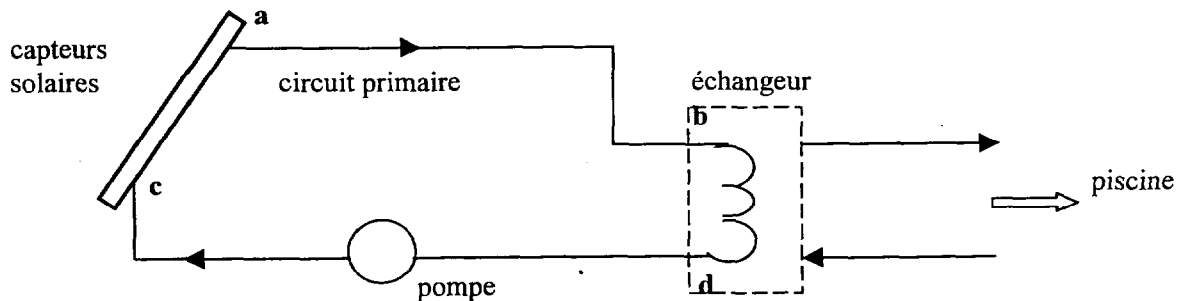
Le théorème de Bernoulli s'écrit, pour 1 kg de fluide :

$$\frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho}(p_2 - p_1) = W_{12}$$

## II - Thermodynamique

Avant d'aborder le II il est nécessaire d'avoir répondu à la question I - 1.

L'eau de la piscine est chauffée par des capteurs solaires : de l'eau circule en circuit fermé entre les capteurs et un échangeur. L'échangeur a pour but de transférer l'énergie absorbée par les capteurs vers l'eau de la piscine.



L'eau du circuit primaire arrive dans l'échangeur à une température  $\theta_1 = 60$  °C et sort de l'échangeur à une température  $\theta_2 = 40$  °C.

La chaleur massique de l'eau est  $c = 4180$  J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

Le débit volumique est  $q'_v = 4$  m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

- II-1 - Calculer la chaleur  $Q_1$  cédée par le circuit primaire dans l'échangeur pendant une heure.
- II-2 - Cette chaleur  $Q_1$  est entièrement absorbée par l'eau de la piscine. Quelle sera la variation de température  $\Delta\theta$  de l'eau de la piscine en une heure ?
- II-3 - Pour minimiser les pertes calorifiques dans le circuit primaire, on calorifuge les tuyaux entre les points a et b, puis entre les points c et d (cf. schéma).

On considère que la température :

- à l'intérieur de la conduite « ab » est uniforme et égale à  $\theta_1 = 60$  °C ;
- à l'intérieur de la conduite « cd » est uniforme et égale à  $\theta_2 = 40$  °C.

Longueur des tuyaux :

- $L_1 = 5$  m pour la portion « ab ».
- $L_2 = 6$  m pour la portion « cd ».

Diamètre intérieur des tuyaux  $D_1 = 27$  mm.

Diamètre extérieur des tuyaux avec l'isolant  $D_2 = 41$  mm.

Conductivité de l'isolant :  $\lambda = 0,042$  W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>.

La température extérieure est  $\theta_0 = 20$  °C.

II-3-a - Calculer la puissance perdue, sachant que  $P = \frac{2\pi\lambda(\theta_{\text{intérieur}} - \theta_{\text{extérieur}})}{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)} L$ .

L étant la longueur du tuyau considéré exprimée en mètres et « ln » représentant le logarithme népérien.

II-3-b - En déduire l'énergie perdue en une heure.

## **B : ÉLECTROTECHNIQUE (6 points)**

### **MOTEUR ASYNCHRONE**

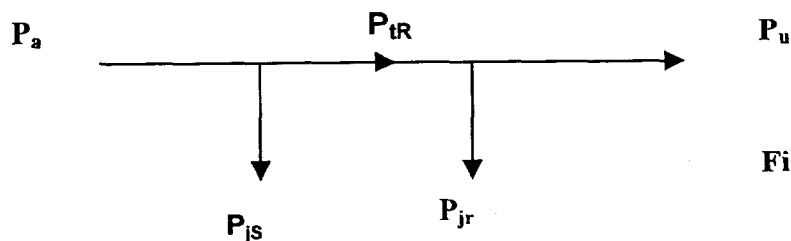
Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire est couplé en étoile. Dans tout le problème, il entraîne une machine lui imposant un couple de moment constant  $T_r = 40 \text{ N.m}$ .  
Les pertes mécaniques et magnétiques sont négligeables devant les autres puissances mises en jeu.  
La résistance de chaque enroulement du stator est  $r = 0,5 \Omega$ .

Le moteur est alimenté par un réseau (230/400 V - 50 Hz).

Dans ces conditions :

- L'intensité du courant en ligne est  $I = 14,5 \text{ A}$  ;
- La caractéristique du couple utile  $T$  (en N.m) en fonction de la fréquence de rotation  $n$  (en  $\text{tr.min}^{-1}$ ) est donnée figure 1 dans le document réponse.

- 1 - Peut-on réaliser le démarrage direct du moteur en charge ? Pourquoi ?
- 2 - Quelle est la fréquence de synchronisme  $n_s$  en  $\text{tr.min}^{-1}$  ?
- 3 - Utiliser la caractéristique  $T(n)$  de la figure 1 dans le document réponse pour trouver la fréquence  $n$  de rotation en charge.  
En déduire la valeur du glissement  $g$ .
- 4 - Calculer la puissance utile  $P_u$  du moteur.



- 5 - Calculer la puissance transmise au rotor  $P_{tr}$  à partir de l'arbre de puissances de la figure 2 ci-dessus.
- 6 - Calculer les pertes par effet Joule au stator  $P_{js}$ .
- 7 - Calculer la puissance absorbée  $P_a$  par le moteur et son facteur de puissance  $k$ .

**C : CYCLE D'UNE MACHINE THERMIQUE UTILISANT UN GAZ PARFAIT**  
**(4 points)**

On étudie le cycle d'une masse  $m = 1 \text{ kg}$  de gaz parfait décrivant le cycle de transformations suivantes :

- compression isotherme amenant le gaz de l'état  $A_1$  à l'état  $A_2$  ;
- échauffement isobare amenant le gaz de l'état  $A_2$  à l'état  $A_3$  ;
- détente adiabatique amenant le gaz de l'état  $A_3$  à l'état  $A_4$  ;
- refroidissement isobare amenant le gaz de l'état  $A_4$  à l'état  $A_1$ .

**Données :**

- chaleur massique à pression constante :  $c_p = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;
- rapport des chaleurs massiques à pression et volume constants :  $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5}$  ;
- relation des gaz parfaits :  $p.V = m.r.T$  ;
- $r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;
- formule de Laplace (détente adiabatique) :  $p.V^\gamma = \text{constante}$ .

Calculer les valeurs des pressions, volumes et températures manquantes dans le tableau du document réponse et compléter ce dernier. Justifier les calculs sur la copie.

DANS CE CADRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

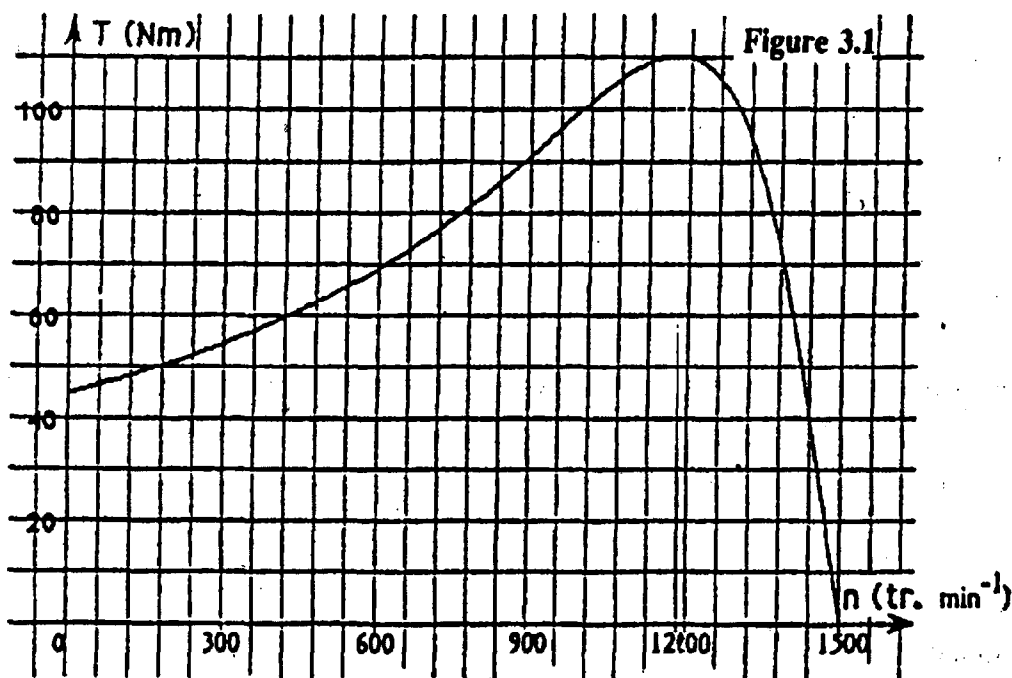
**Repère : CRE3SC Session : 2003**  
**Page : 5/5**

**Durée : 2 H 30**  
**Coefficient : 2**

**DOCUMENT REPONSE  
 A RENDRE AVEC LA COPIE**

**PARTIE B**

Figure 1



Echelle : 60 tr/min par graduation

**PARTIE C**

	Pression ( Pa )	Volume ( m <sup>3</sup> )	Température ( K )
Etat A <sub>1</sub>	$p_1 = 1,00 \cdot 10^5$	$V_1 = \dots\dots\dots$	$T_1 = 350$
Etat A <sub>2</sub>	$p_2 = 8,00 \cdot 10^5$	$V_2 = \dots\dots\dots$	$T_2 = \dots\dots\dots$
Etat A <sub>3</sub>	$p_3 = \dots\dots\dots$	$V_3 = 0,50$	$T_3 = \dots\dots\dots$
Etat A <sub>4</sub>	$p_4 = \dots\dots\dots$	$V_4 = \dots\dots\dots$	$T_4 = \dots\dots\dots$