



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

## BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR RÉALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNÉS

### SCIENCES PHYSIQUES

**L'usage de la calculatrice est autorisé.**

*Le matériel autorisé comprend 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'imprimante.*

- 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.*

## SCIENCES PHYSIQUES

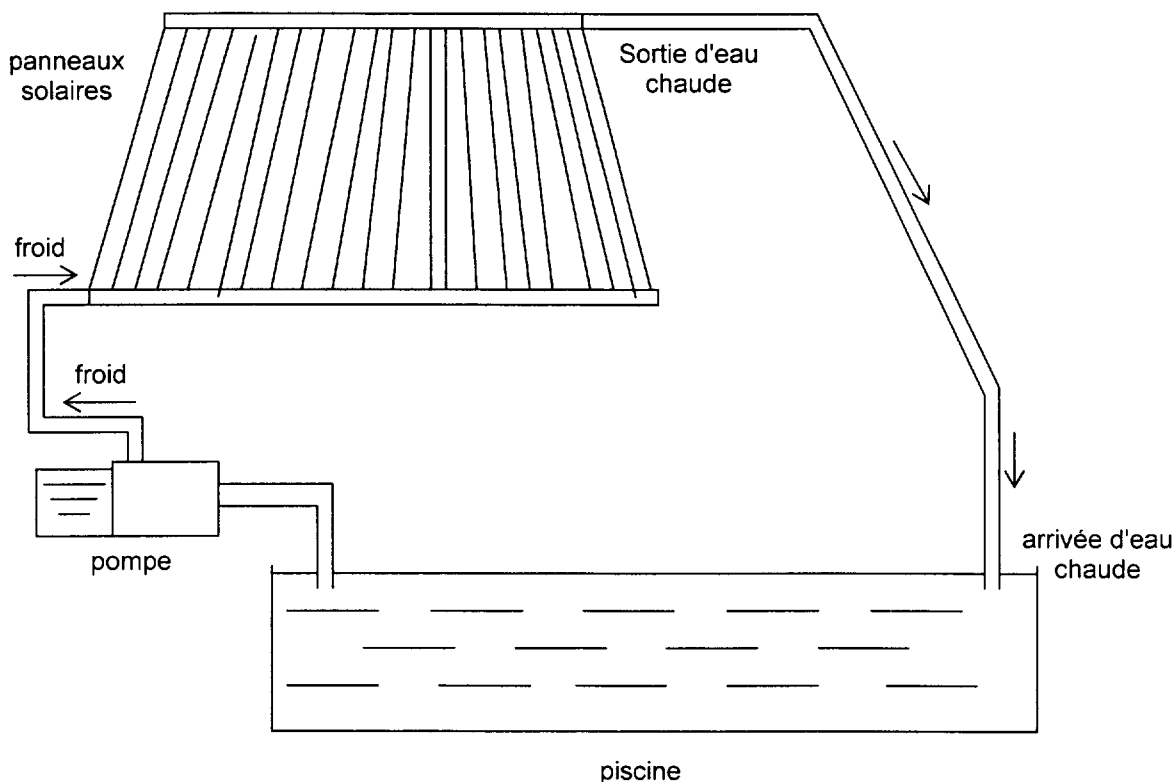
- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

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

#### Étude du chauffage solaire d'une piscine.

Nous nous proposons d'étudier uniquement le système de circulation de l'eau dans les panneaux solaires.

On donne le schéma simplifié de cette installation :



#### Caractéristiques techniques :

Volume de l'eau contenue dans la piscine :  $V = 75 \text{ m}^3$ .

Capteurs solaires : surface des capteurs :  $S = 35 \text{ m}^2$ .

Débit volumique de l'eau dans les capteurs et dans les tuyaux :  $q_v = 1,94 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Débit massique de l'eau :  $q_m = 1,94 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Tuyaux en P.V.C. de diamètre :  $D = 50 \times 10^{-3} \text{ m}$ , le même pour tous les tuyaux de l'installation.

Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;

Chaleur massique de l'eau :  $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;

Viscosité cinématique de l'eau :  $\nu = 1,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .

1 -

a) Montrer que la chaleur  $Q$  nécessaire pour porter l'eau de la piscine de  $18^\circ\text{C}$  à  $23^\circ\text{C}$  vaut  $Q = 1,57 \times 10^9 \text{ J}$ .

b) On admet que les capteurs solaires reçoivent un flux thermique constant  $\phi = 640 \text{ W.m}^{-2}$  et qu'ils transmettent en totalité à l'eau circulant dans les panneaux solaires la chaleur qu'ils reçoivent.

Déterminer la durée  $\Delta t$  nécessaire pour fournir à l'eau de la piscine la chaleur  $Q$ .  
(On exprimera  $\Delta t$  en secondes, puis en heures).

2 - Montrer que la vitesse  $v$  d'écoulement de l'eau froide est voisine de  $1 \text{ m.s}^{-1}$ .

3 - On donne :

- Nombre de Reynolds  $R = \frac{v \cdot D}{\nu}$ .
- $R < 2000$  : écoulement laminaire.
- $R > 2000$  : écoulement turbulent.
- Écoulement laminaire :  $\lambda = \frac{64}{R}$ .
- Écoulement turbulent :  $\lambda = 0,316 \cdot R^{-0,25}$ .
- Expression des pertes de charge :  $J = -\frac{\lambda v^2 L}{2D}$ .

a) Calculer le nombre de Reynolds  $R$ .

b) Calculer les pertes de charge  $J$  dans le circuit d'eau froide de longueur totale  $L = 16 \text{ m}$ .

4 - Le théorème de Bernoulli entre deux points 1 et 2 d'un circuit d'écoulement d'un fluide, exprimé pour une unité de masse du fluide, conduit à la relation :

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + g(z_2 - z_1) = W_{12} + J_{12}$$

où  $W_{12}$  est le travail massique des forces extérieures (autres que celles de pression et de pesanteur) et  $J_{12}$  représente les pertes de charge entre les points 1 et 2.

On applique le théorème de Bernoulli au circuit d'eau froide.

Les panneaux sont placés à  $z_2 = 2,0$  mètres au-dessus du niveau du sol ( $z_1 = 0$ ), et toute l'installation est à la même pression  $P$ .

Calculer la puissance minimale de la pompe. On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

## **B : ÉLECTRICITÉ (7 points)**

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes :

220 V / 380 V - 50 Hz - Fréquence de rotation nominale  $n_n = 960 \text{ tr.min}^{-1}$ .

puissance absorbée nominale :  $P_a = 16 \text{ kW}$  -  $\cos \varphi = 0,84$ .

Il est branché sur un réseau 220 V / 380 V - 50 Hz.

À la fréquence de rotation nominale, le moment du couple utile (mesuré avec un couple-mètre) est  $T_u = 127 \text{ N.m}$ .

1 - Quel doit être le couplage des enroulements ? Justifiez votre réponse.

Quelle est la fréquence de synchronisme  $n_s$  ?

2 - Calculer :

- a) le nombre  $p$  de paires de pôles du stator ;
- b) le glissement  $g$  à la vitesse nominale ;
- c) l'intensité efficace  $I$  dans un enroulement ;
- d) la puissance utile  $P_u$  ;
- e) le rendement  $\eta$  du moteur.

Le moteur est accouplé à une charge : sa fréquence de rotation exprimée en  $\text{tr.min}^{-1}$  est notée  $n$ . Le moment du couple résistant exercé par la charge est donné par la relation :  $T_r = 0,11 n$ , où  $T_r$  est exprimé en N.m.

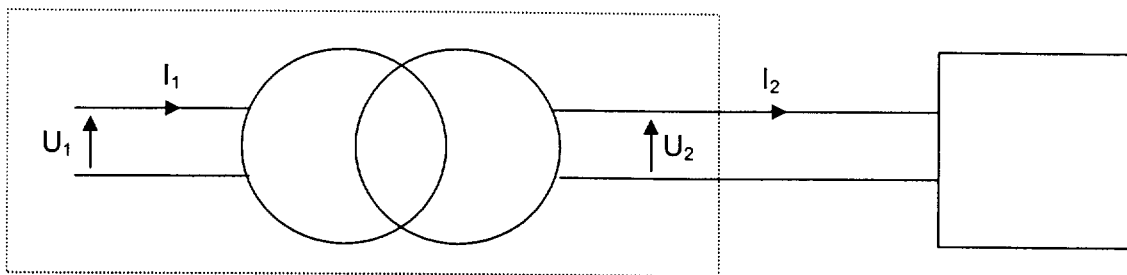
La caractéristique mécanique du moteur est  $T_u = - 3,2.n + 3,2.10^3$ , où  $T_u$  est exprimé en N.m.

3 - Par la méthode de votre choix, graphique ou analytique, déterminer le point de fonctionnement P (fréquence de rotation, moment du couple) de l'ensemble (moteur, charge).

4 - Quelle doit être la nouvelle fréquence du réseau pour que la fréquence de synchronisme devienne  $n_s' = 500 \text{ tr.min}^{-1}$  ?

### C : ÉLECTROTECHNIQUE (3 points)

On étudie un transformateur monophasé considéré parfait.



Transformateur

Sur une charge de facteur de puissance  $\cos \varphi = 0,8$ , on obtient les résultats suivants :  $U_2 = 220 \text{ V}$  ;  $I_2 = 4,6 \text{ A}$ .

On mesure la valeur efficace de la tension primaire :  $U_1 = 5000 \text{ V}$

- 1 - Calculer le rapport de transformation  $m$ .
- 2 - Calculer la valeur  $I_1$  de l'intensité efficace du courant primaire.
- 3 - Déterminer les puissances apparente  $S$  et active  $P$  en charge.