

SESSION 2007

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

STI Génie Civil
STI Génie Énergétique

Temps alloué : 2 heures

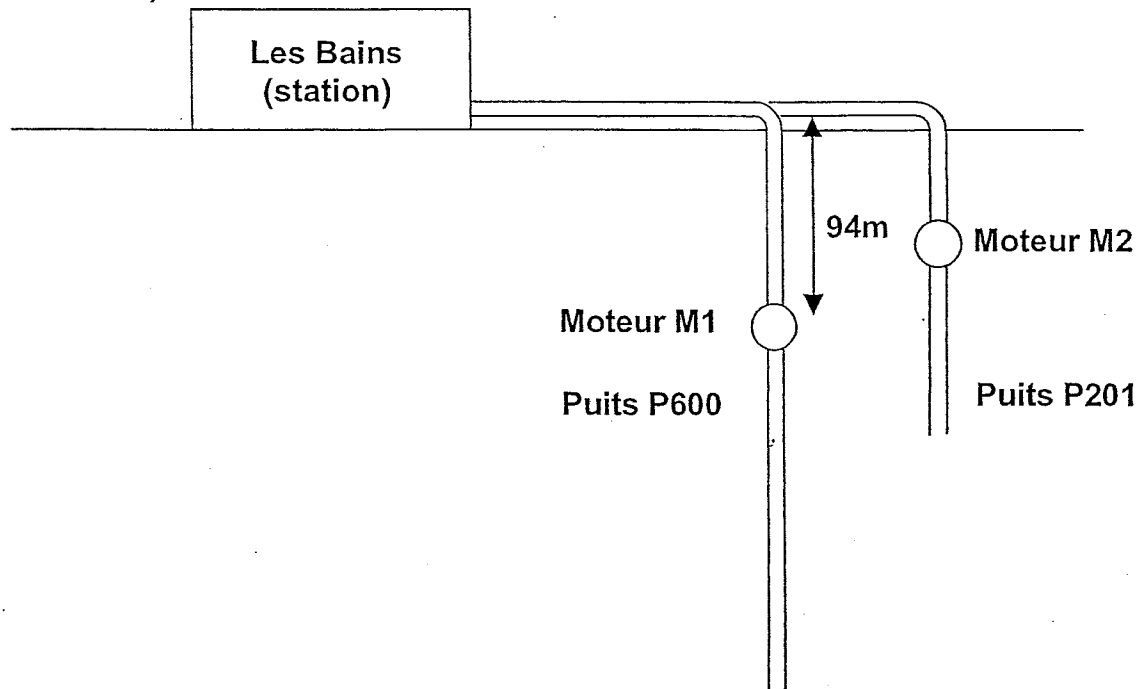
Coefficient : 5

La calculatrice (conforme à la circulaire N° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.

Ce sujet comporte 5 pages.
La page 5 est à rendre avec la copie

CHAUFFAGE GÉOTHERMIQUE.

Le centre médical thermal de Lavey-les-bains (Suisse), dispose de deux puits géothermiques P201 et P600 qui lui permettent de répondre à ses besoins en énergie tout au long de l'année (chauffage, eau chaude sanitaire, eau des piscines ...).



A. Étude du puits P600. (6 points)

1. Dureté de l'eau extraite.

L'analyse chimique de l'eau extraite des puits fournit les concentrations massiques des ions calcium Ca^{2+} , $c_{\text{Ca}} = 50,8 \text{ mg.L}^{-1}$ et des ions magnésium Mg^{2+} , $c_{\text{Mg}} = 6,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

La dureté d'une eau notée TH, titre hydrotimétrique, est la somme des concentrations molaires volumiques des ions Calcium et Magnésium. La dureté TH s'exprime en °f (degrés hydrotimétriques français).

La relation entre °f et mol.L^{-1} est donnée ci-dessous.

Une eau est dite « dure » si son TH est supérieur à 20 °f.

1.1. Calculer les concentrations volumiques molaires $[\text{Ca}^{+2}]$ et $[\text{Mg}^{+2}]$.

1.2. En déduire la dureté TH de l'eau du puits. Cette eau est-elle une eau « dure » ? Quel est l'intérêt de faire ce dosage ?

Données :

$1^\circ\text{f} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$;

masses molaires atomiques : $M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{Mg}} = 24 \text{ g.mol}^{-1}$

2. Grâce à une pompe immergée à une profondeur $h = 94$ m, l'eau chaude du puits P600 est extraite des nappes phréatiques pour atteindre l'échangeur thermique de la station ; le rejet de l'eau refroidie se fait sous pression atmosphérique $P_0 = 1$ bar.

Exprimer puis calculer la pression minimale P_1 que doit fournir la pompe pour pouvoir remonter l'eau du puits.

Données :

$$g = 9,81 \text{ kg.m}^{-3};$$

$$\text{Masse volumique de l'eau : } \rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3};$$

$$1 \text{ bar} = 1.10^5 \text{ Pa.}$$

3. La pompe permet de recueillir en tête du puits P600, une eau à la température $\theta_1 = 63$ °C avec un débit $D = 800$ L.min⁻¹. Cette eau passe ensuite dans un échangeur thermique avant d'être rejetée dans le Rhône à la température $\theta_2 = 30$ °C.

3.1. Calculer la masse M d'eau qui circule dans l'échangeur pour un fonctionnement continu pendant une année de 365 jours.

3.2. Déterminer l'énergie recueillie dans l'échangeur thermique pendant une année.

3.3. Calculer la puissance fournie par l'échangeur.

3.4. Calculer la masse de pétrole ainsi économisée. On exprimera le résultat en « tep », tonne équivalent pétrole.

Données :

$$\text{Capacité thermique massique de l'eau : } c = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$1 \text{ tep} = 42.10^9 \text{ J.}$$

B. Étude de l'installation électrique. (5 points)

Chaque puits dispose d'une pompe immergée comprenant un moteur asynchrone triphasé dont les caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous :

Moteur	M1	M2
Puits	P600	P201
Type	Bipolaire	Bipolaire
Tension aux bornes de chaque enroulement (V)	230	230
Puissance mécanique P_u (kW)		6,96
Puissance électrique P_a (kW)	19,4	8,49
Facteur de puissance	0,74	0,80
Rendement(%)	81,5	82,0

Le réseau utilisé est un réseau triphasé : 230V / 400V – 50Hz.

1. Couplage des moteurs.

1.1. Déterminer et justifier le couplage des deux moteurs sur le réseau.

1.2. Compléter le schéma de la figure 1 du document réponse.

2. Fonctionnement simultané des deux pompes.

2.1. Calculer les puissances active P , réactive Q et apparente S de l'installation lorsque les deux moteurs fonctionnent simultanément.

2.2. En déduire la valeur efficace I de l'intensité du courant en ligne.

2.3. Calculer le facteur de puissance k de l'installation.

C. Étude du moteur de la pompe immergée du puits P600. (5 points)

Pour le fonctionnement nominal, le glissement du moteur asynchrone M1 est $g_1 = 3,33 \%$. La somme des pertes fer et mécaniques notée Σp est égale à 600W. Le réseau et le moteur sont équilibrés.

1. Calculer, en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$, la fréquence de rotation n du moteur.

2. Puissances.

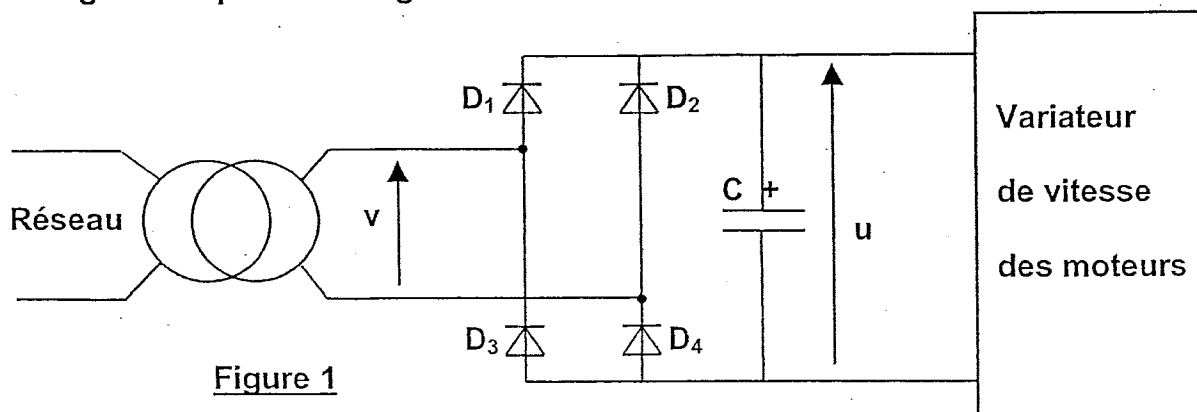
2.1. Exprimer puis calculer la puissance utile P_u fournie par le moteur.

2.2. Calculer la somme des pertes par effet Joule. Où retrouve-t-on ces pertes dans le moteur ?

2.3. Sur la figure 2 du document réponse, représenter le câblage du wattmètre monophasé W_1 qui permettrait de mesurer la puissance active absorbée par le moteur M1. Quelle sera l'indication L_1 lue sur l'appareil ?

D. Étude de l'alimentation des variateurs de vitesse. (4 points)

Une partie de l'alimentation des variateurs de vitesse du moteur des pompes immergées est présentée figure 1.



1. Quel est l'effet du condensateur C sur la tension fournie par le pont de diodes ?
2. Placer sur le schéma de la figure 3 du document réponse, la masse et la voie A de l'oscilloscope qui permettraient de visualiser la tension u.
3. On souhaite mesurer la valeur moyenne de la tension u. Sur quelle position doit être mis le sélecteur du voltmètre (DC, AC, AC+DC) pour effectuer cette mesure ?
4. Étude de la tension u.
 - 4.1. A partir de l'oscillogramme de la tension u donnée figure 2, estimer $\langle u \rangle$, la valeur moyenne de u.
 - 4.2. Déterminer f_u la fréquence de la tension u.

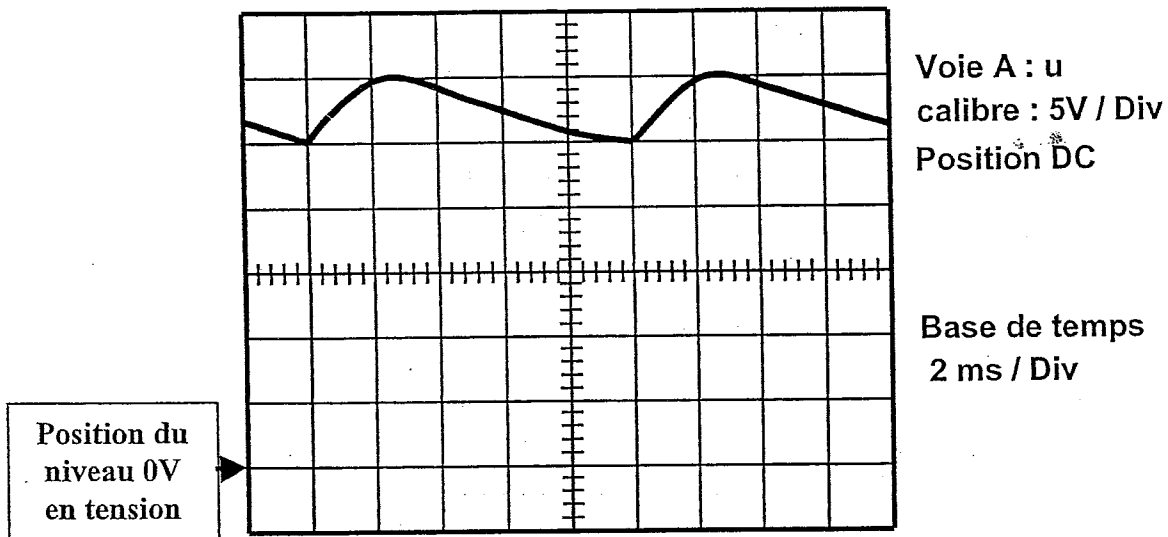


Figure 2

DOCUMENT RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE

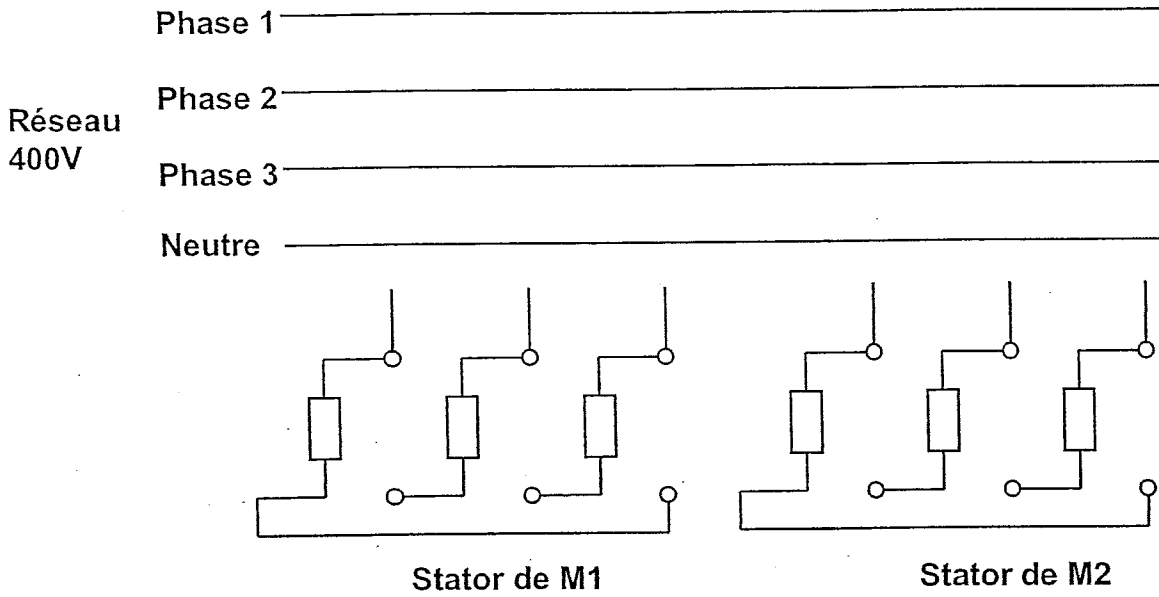


Figure 1

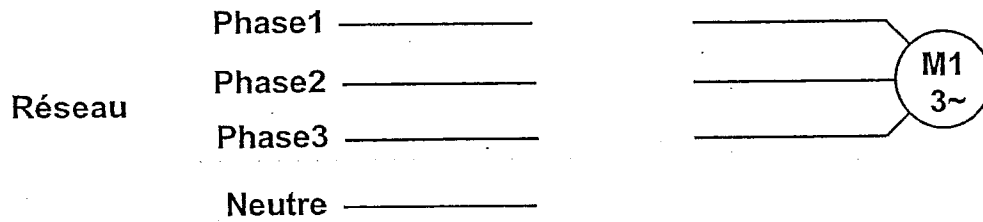


Figure 2

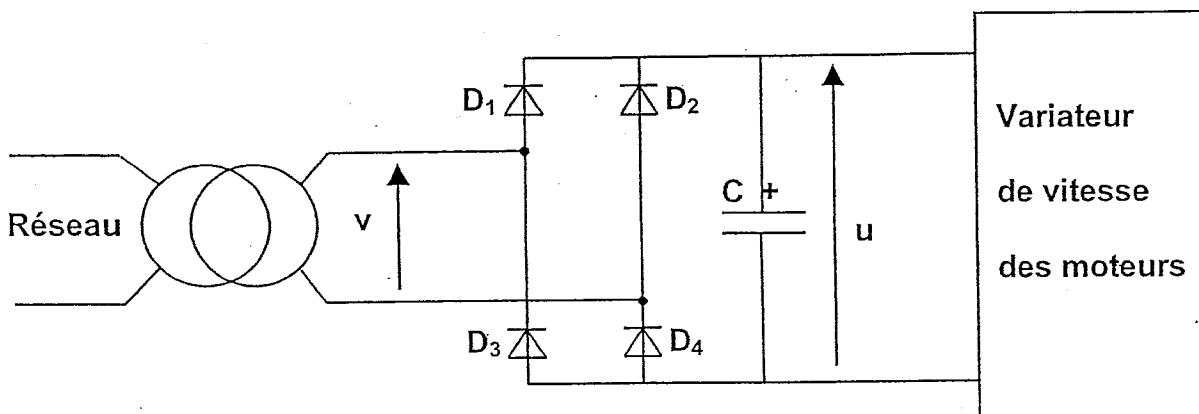


Figure 3