

SESSION 2008

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
de
CONSTRUCTION NAVALE

EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée: 2 heures

Coefficient:2

Conformément aux dispositions de
la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999,
l'usage de la calculatrice est autorisé.

Important :

Ce sujet comporte sept pages numérotées de 1 à 7 dont 2 pages
d'annexes contenant 3 documents réponses.

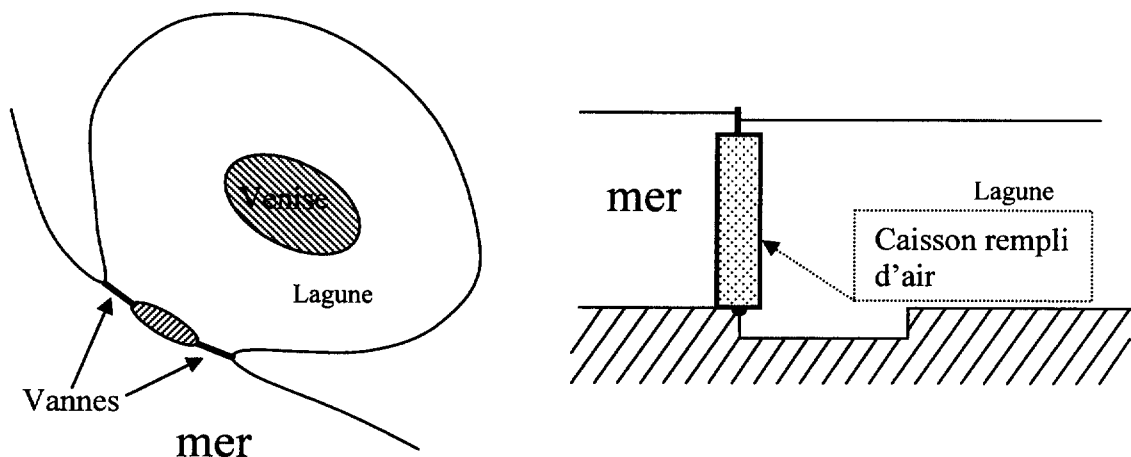
Assurez-vous qu'il est complet.

- ***La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part non négligeable dans l'appréciation des copies.***
- ***Le premier problème est noté sur 10 points.***
- ***Le second problème est noté sur 10 points.***
- ***Les deux problèmes sont indépendants.***

1^{ère} PARTIE : HYDROSTATIQUE.

La ville de Venise est régulièrement inondée lors des très fortes marées. Devant les dégâts occasionnés lors de ces crues, les autorités italiennes ont imaginé différentes solutions dont une en particulier appelée « projet MOÏSE ».

Le principe est d'isoler la lagune où se trouve la ville par des vannes articulées sur le fond comme il est indiqué sur la figure suivante :

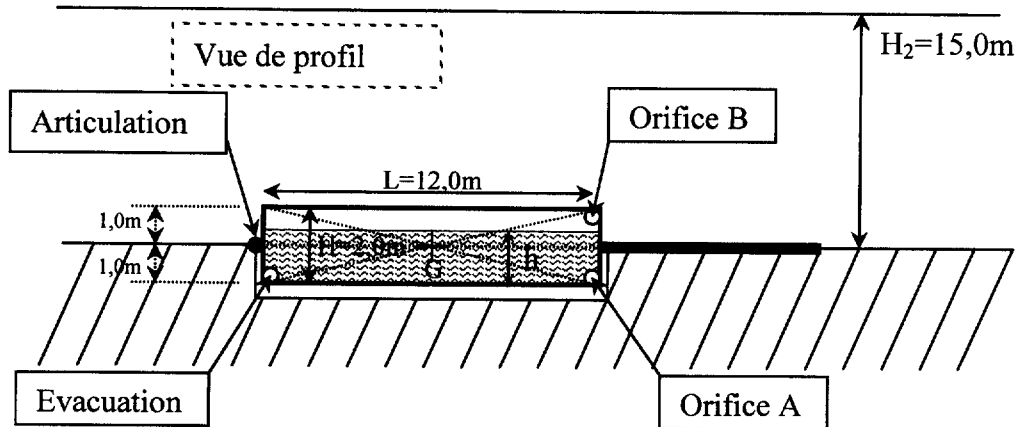


Chaque vanne est constituée d'un caisson de section rectangulaire pivotant autour d'une articulation située sur le fond et prolongée par une plaque plane sortant de l'eau lorsque la vanne est en position verticale. L'intérieur de la vanne est en communication avec l'extérieur par un orifice situé près de l'articulation. La vanne a une longueur $l=20,0\text{m}$ et sa masse M totale est de 100 tonnes quand elle est vide d'eau. La section rectangulaire du caisson a pour dimensions $L=12,0\text{m}$ et $H=2,0\text{m}$ (voir schéma page 3). Le poids de la vanne est supposé appliqué au même point que la poussée d'Archimède sur le caisson. La hauteur H_2 dans la lagune est maintenue égale à 15m, et pour ce faire, le caisson est rempli d'air dès que la marée commence à monter. Pour simplifier, on estimera que sa position finale est la verticale et qu'un système hydraulique sous-marin maintient cette position stable.

On donne l'accélération de la pesanteur $g=9,80\text{m/s}^2$, et la masse volumique de l'eau $\rho=1000\text{kg/m}^3$. La pression atmosphérique est prise comme référence.

Pour le fluide au repos, on appelle pression effective, la surpression P due à la hauteur d'eau, on a donc $P = P_{\text{effective}} = P_{\text{absolue}} - P_{\text{atmosphérique}}$.

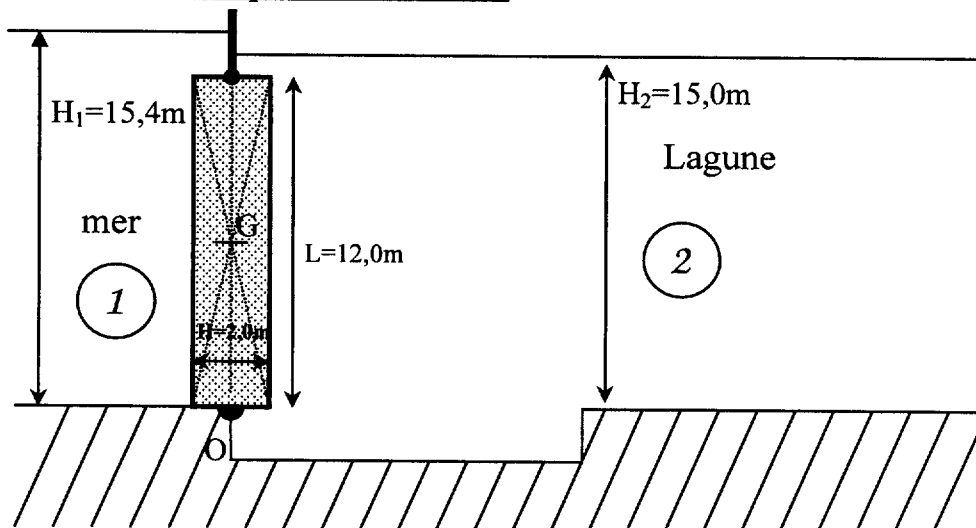
I. La vanne est pleine d'eau et repose sur le fond :



Initialement, la vanne pleine d'eau est totalement baissée. On veut remplir son caisson avec de l'air.

- 1) Deux solutions sont envisagées : remplissage soit par l'orifice A, soit par l'orifice B. Déterminer la pression effective minimale de l'air à envoyer dans le caisson pour le remplir :
 - a. Par l'orifice A (partie inférieure de la vanne couchée).
 - b. Par l'orifice B (partie supérieure de la vanne couchée).
- 2) On dispose d'un compresseur envoyant de l'air en B sous pression effective 1,40 bars. Que se passe-t-il ? Quelle sera la hauteur d'eau limite « h_{lim} » dans le caisson ?
- 3) Quelle hauteur maximale « h_{max} » d'eau est-il nécessaire d'avoir dans le caisson pour que celui-ci puisse commencer à se soulever ? A quelle pression effective du compresseur cela correspond-il ?

II. Le caisson est en position verticale:



Le caisson est plein d'air et le but de cette partie est d'étudier la résultante des forces de pression latérales que subit l'installation en position verticale. On prendra les moments par rapport à l'axe de rotation O positifs dans le sens trigonométrique.

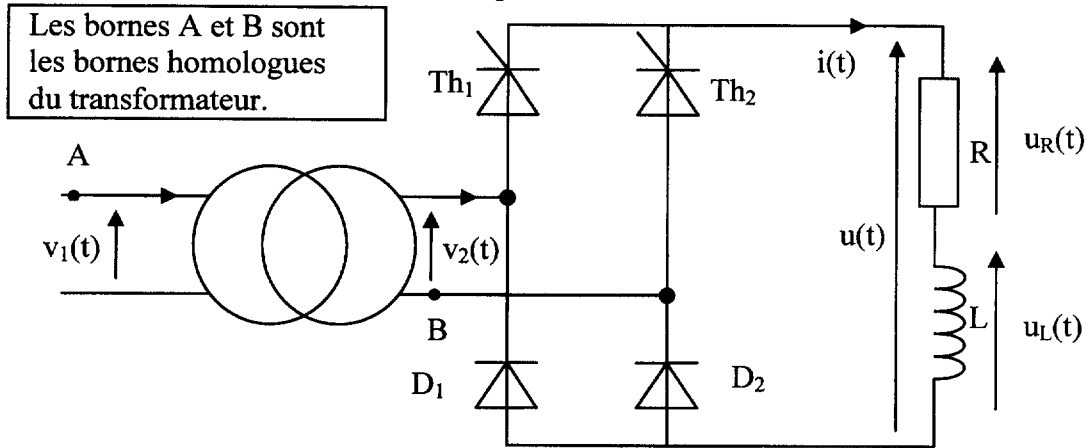
- 1) Montrer que l'intensité de la force de pression effective que subit une paroi plane mouillée d'un seul côté a pour expression $F = \frac{\rho g l h^2}{2}$, si « h » est la hauteur de la partie de la paroi mouillée de ce côté et si « l » est sa longueur (pour ce calcul, on prendra l'origine à la surface de l'eau et on orientera l'axe des z vers le bas).

Pour la suite du problème, on rappelle que le point d'application de la force de pression exercée par un fluide au repos sur une paroi verticale est situé au $1/3$ de la surface immergée en partant de la base.

- 2) En ne considérant que le milieu « 1 » mouillé sur la hauteur H_1 et la vanne seule :
- Calculer $F_{1 \rightarrow V}$, l'intensité de la force de pression effective $\vec{F}_{1 \rightarrow V}$ qu'exerce seul le milieu « 1 » sur l'édifice.
 - Déterminer numériquement l'altitude par rapport à O (axe de rotation) du point d'application de la force exercée par le milieu « 1 ».
 - En déduire la valeur du moment par rapport à l'axe de la force de pression effective exercée par le fluide « 1 » sur la paroi. Dans quel sens est orienté ce moment ?
- 3) En ne considérant que le milieu « 2 » mouillé sur la hauteur H_2 et la vanne seule :
- Calculer $F_{2 \rightarrow V}$, l'intensité de la force de pression effective $\vec{F}_{2 \rightarrow V}$ qu'exerce seul le milieu « 2 » sur l'édifice.
 - Déterminer numériquement l'altitude par rapport à O (axe de rotation) du point d'application de la force exercée par le milieu « 2 ».
 - En déduire le moment par rapport à l'axe de rotation de la force de pression effective exercée par le fluide « 2 » sur la paroi. Dans quel sens est orienté ce moment ?
- 4) En considérant maintenant l'ensemble de l'installation, déterminer l'intensité de la force de pression résultante F et la valeur du moment résultant des forces de pression.
- 5) En déduire la position du point d'application de la force \vec{F} par rapport à O.
- 6) Dessiner alors la force \vec{F} sur le document réponse n°1 en annexe (on prendra 1cm pour 2.10^5N).

2^{ème} PARTIE : ELECTRICITE.

On étudie ici un circuit RL série alimenté par le secteur via un transformateur monophasé parfait et un pont mixte monophasé connectés comme sur le schéma suivant :



On donne $v_1(t) = 220\sqrt{2} \sin \omega t$ et $f = 50\text{Hz}$ et un essai à vide a permis d'obtenir :

$$\begin{cases} V_{2V} = 220\text{V} \\ V_{2V} = 40\text{V} \end{cases}$$

V_{1V} et V_{2V} représentent respectivement les valeurs efficaces de $v_1(t)$ et de $v_2(t)$.

I. Etude du transformateur monophasé :

- 1) Déterminer le rapport de transformation « m ».
- 2) Représenter $v_1(t)$ et $v_2(t)$ en concordance des temps sur le **document réponse n°2**.
- 3) Que valent $\overline{v_1(t)}$ et $\overline{v_2(t)}$, valeurs moyennes respectives de $v_1(t)$ et de $v_2(t)$?

II. Etude du pont mixte :

Dans toute cette partie on supposera que L et R ont été choisis de façon à ce que $i(t)$ puisse être considéré comme ininterrompu et constant.

A. Etude de la tension de sortie du pont :

L'angle de retard à l'amorçage des thyristors vaut ici α .

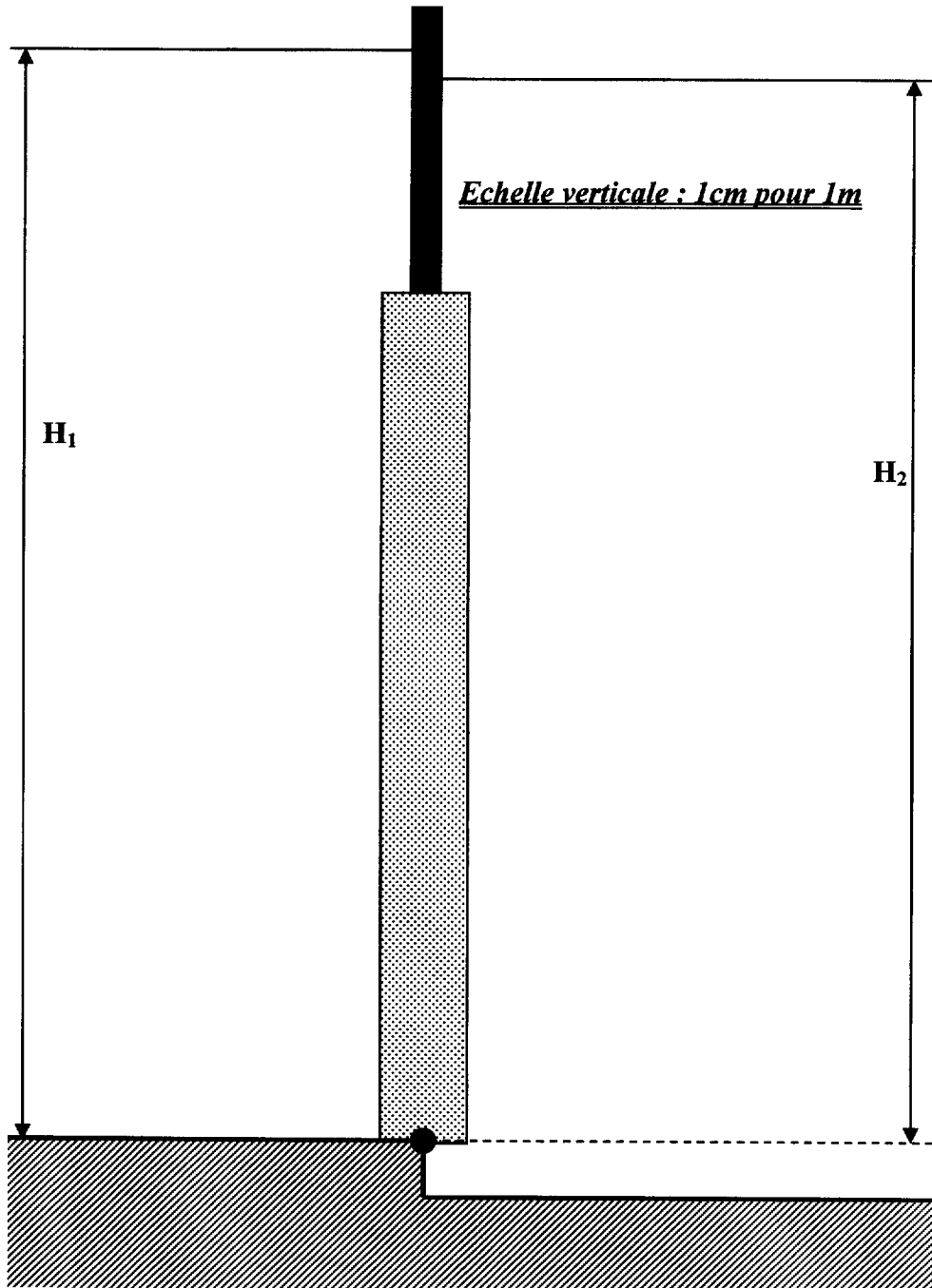
- 1) Sur le **document réponse n°3**, représenter $u(t)$ en prenant $\alpha = \pi/3$. Pour chaque état de fonctionnement, on indiquera sur le graphe les noms des thyristors et diodes à l'état passant.
- 2) La valeur moyenne de $\overline{u(t)}$ a pour expression $\overline{u(t)} = \frac{\hat{U}}{\pi} (1 + \cos \alpha)$ où \hat{U} représente la valeur maximale de $v_2(t)$. Montrer que $\overline{u(t)} \geq 0$ quelque soit α .
- 3) En déduire le seul sens possible du transfert d'énergie à travers ce pont.
- 4) Calculer numériquement $\overline{u(t)}$ pour $\alpha = \pi/3$.

B. Etude du courant :

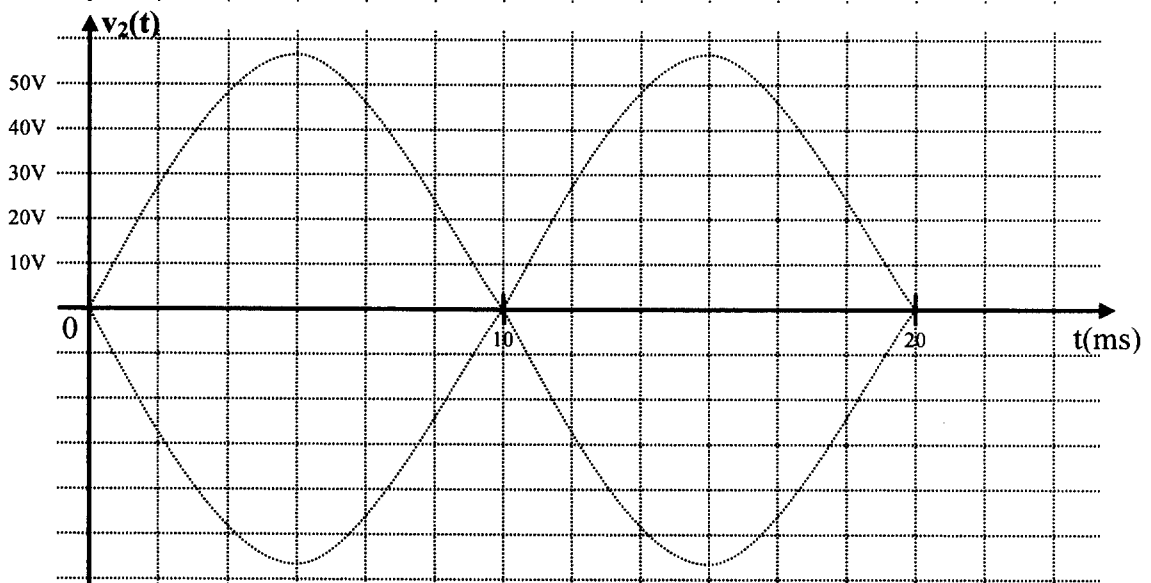
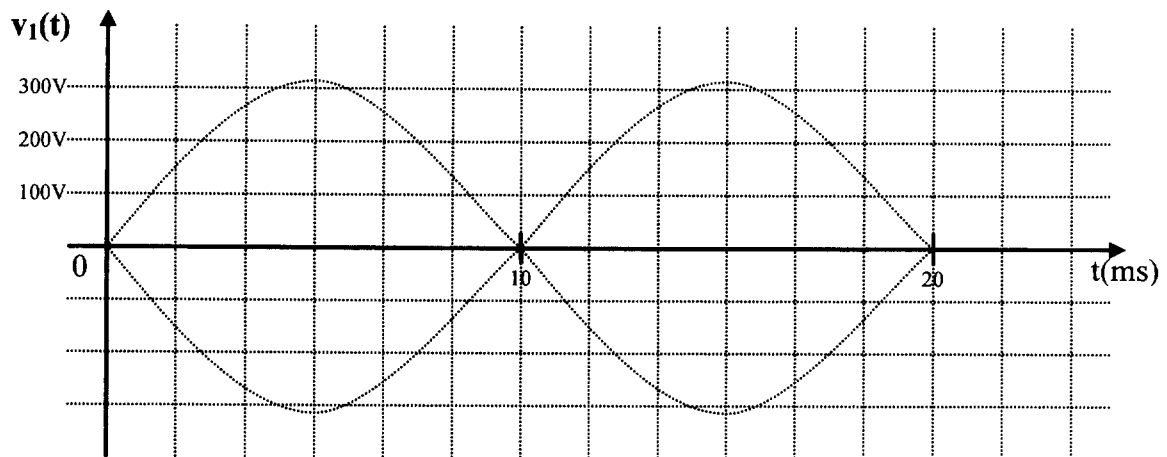
- 1) Quelle condition faut-il poser entre la constante de temps $\tau = \frac{L}{R}$ et la période T de $u(t)$ pour considérer que $i(t)$ est continu ?
- 2) Si $R = 54\Omega$, que vaut $\overline{i(t)}$?

ANNEXES :

Document réponse n°1 :



Document réponse n°2 :



Document réponse n°3 :

