

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Les deux parties suivantes sont indépendantes.

Données générales :

Masse volumique de l'acier : $\rho_a = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$.

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

Masse volumique de l'eau de mer : $\rho_{em} = 1035 \text{ kg.m}^{-3}$.

Masse volumique du béton : $\rho_b = 3500 \text{ kg.m}^{-3}$.

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

Accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

Données spécifiques à l'exercice :

Diamètre intérieur des pieux : $D = 0,80 \text{ m}$.

Epaisseur de la tôle : $e = 0,01 \text{ m}$.

Hauteur des pieux : $H = 25 \text{ m}$ (hauteur du petit compartiment : 2 m).

Conduite d'eau : Diamètre $d = 0,10 \text{ m}$

Longueur $L = 50 \text{ m}$

tapissée d'aspérités de taille moyenne : $\varepsilon = 0,2.10^{-3} \text{ m}$.

Hauteur d'eau dans le port : $h = 20 \text{ m}$.

On négligera les pertes de charge spécifiques.

Formulaire

R : nombre de Reynolds : $R = \frac{v \cdot d}{\nu}$

λ : Coefficient de perte de charge

Types d'écoulement, expressions de λ :

$R \leq 2000 \Leftrightarrow \lambda = \frac{64}{R}$ (écoulement laminaire de Poiseuille) ;

$2000 < R < 40000 \Leftrightarrow \lambda = 0,316.R^{-0,25}$ (écoulement turbulent lisse de Blasius) ;

$R \geq 40000 \Leftrightarrow \lambda = \sqrt{\frac{\varepsilon}{d}}$ (écoulement turbulent rugueux).

Pertes de charge J dans une conduite : $J = -\frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot d} \cdot L$ (en J.kg^{-1})

Travail W absorbé par unité de masse de fluide dans une conduite :

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

PARTIE I : MÉCANIQUE DES FLUIDES.

Une entreprise de chaudronnerie doit fabriquer des pieux d'ancrage devant supporter des outils de chantier dans un port. Ces pieux sont des cylindres composés de 2 compartiments étanches de volumes différents. La hauteur d'eau dans le port pouvant atteindre 20 m, les pieux mesureront 25 m de hauteur.

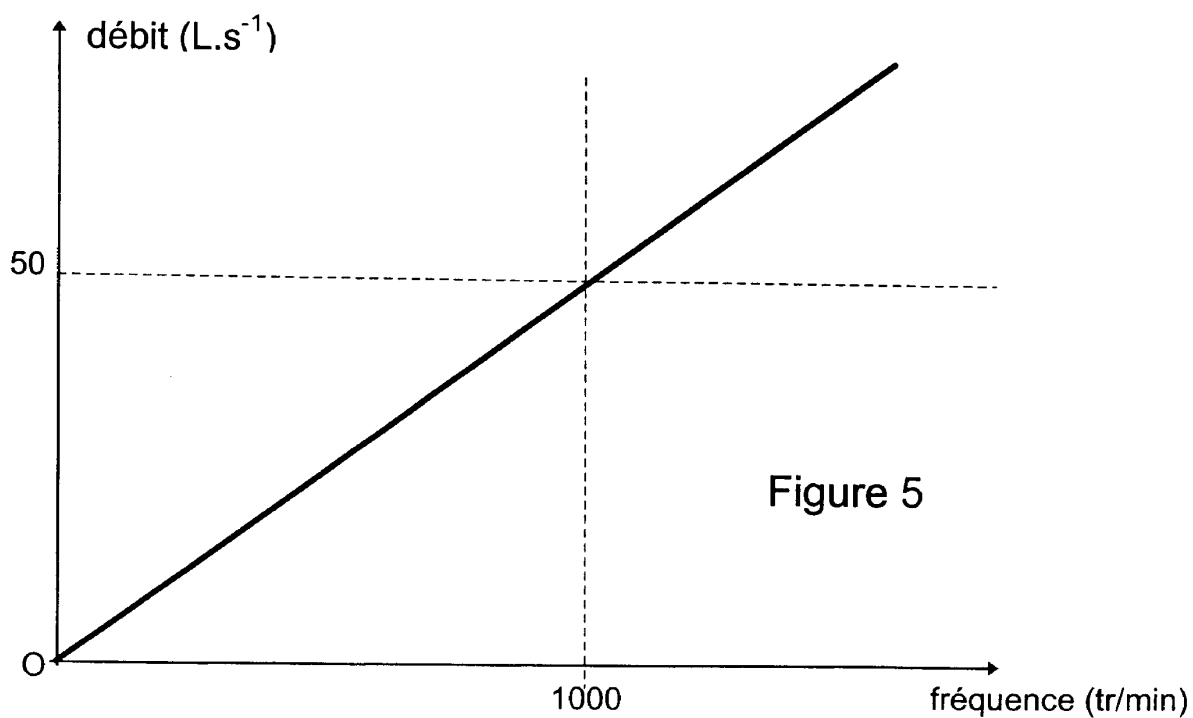
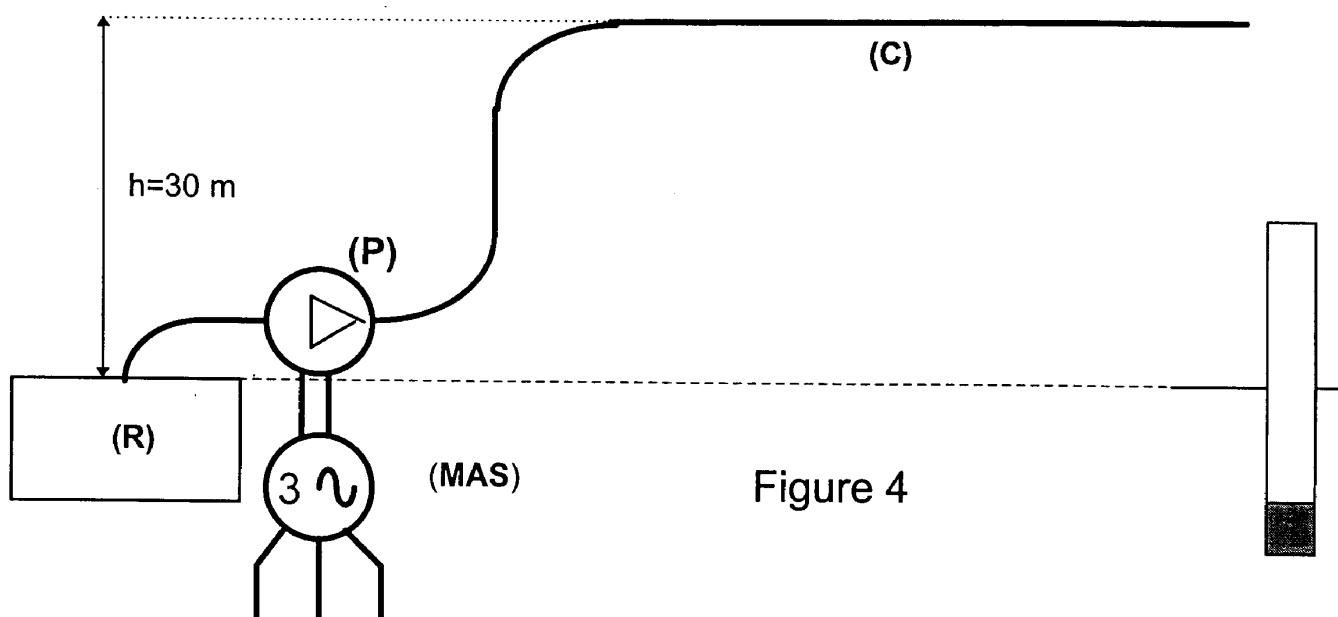
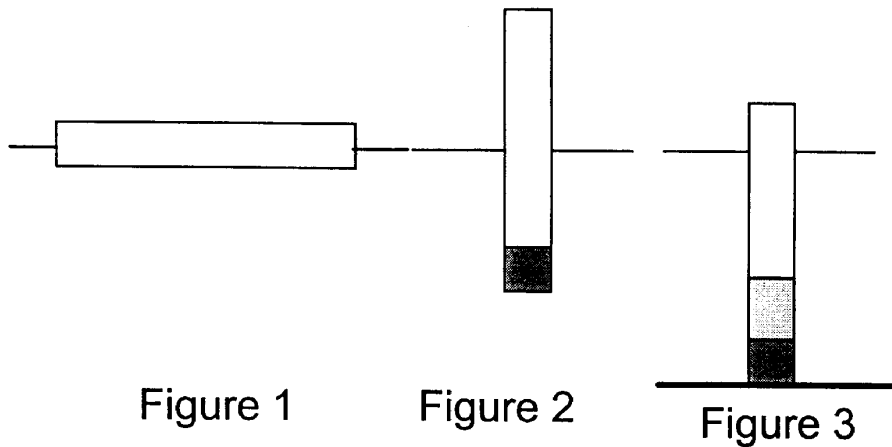
Après fabrication par roulage et soudage de plaques de tôle, chaque tube est mis à l'eau et flotte horizontalement. (fig. 1)

On injecte ensuite du béton dans le petit compartiment, le tube se redresse, tout en flottant encore, et on le tracte jusqu'à sa position finale. (fig. 2)

Alors on démonte le disque fermant l'extrémité du grand compartiment et on injecte de l'eau douce dans le fond du grand compartiment. Le pieu ainsi chargé repose sur le fond marin. (fig 3)

1. Sans tenir compte des disques permettant l'étanchéité, calculer la surface S et la masse m de tôle nécessaires à la fabrication d'un pieu.
2. Calculer la masse de béton injecté dans le petit compartiment. En déduire alors la masse M et le poids P du pieu (fig. 2).
3. Lorsque le pieu repose sur le fond marin, (fig. 3),
 - a) calculer la masse d'eau déplacée ;
 - b) calculer la poussée d'Archimède agissant sur le pieu ;
 - c) en déduire le poids et la masse d'eau minimales que l'on doit déverser pour le maintenir sur le fond.
4. En réalité, par mesure de sécurité, on déverse 5000 litres d'eau. Cette eau, puisée dans un réservoir (R) sous pression atmosphérique et à vitesse nulle, est transportée par une conduite flexible (C) de diamètre intérieur 0,1 m, de longueur 50 m, supportée à 30 m au dessus du niveau de la mer. L'opération dure 4 minutes et 10 secondes (figure 4).
 - a) Calculer le débit volumique de l'eau dans cette conduite.
 - b) A partir de la caractéristique débit/vitesse de la pompe (figure 5), déterminer la fréquence de rotation de l'ensemble moteur-pompe.
 - c) Calculer la vitesse de l'eau dans la conduite.
 - d) En déduire le type d'écoulement et calculer le coefficient de perte de charge λ .

FIGURES RELATIVES A LA PREMIERE PARTIE



PARTIE 2 : ELECTROTECHNIQUE.

La pompe est actionnée par un moteur électrique dont la plaque signalétique porte les indications suivantes :

M As 3~ ; 220 / 380 V ; 50 Hz ; 8,5 kW ; $\cos \varphi = 0,78$; $n = 1430$ t/min.

1. Que signifie chacune des indications de la plaque signalétique ?
2. Quelle est la vitesse de synchronisme de ce moteur ? Quel est son glissement au régime nominal ?
3. Le moteur tournant à 1440 tr.min^{-1} lors du remplissage, déduire de la caractéristique couple/vitesse du moteur représentée ci-dessous :
 - a) le moment T_u du couple utile du moteur ;
 - b) la puissance utile du moteur.
4. Le moteur absorbant une puissance électrique de 7,8 kW, calculer la valeur efficace de l'intensité en ligne sachant que les tensions entre phases du réseau d'alimentation ont une valeur efficace de 380 V.

