

Session 2007

**BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR
DOMOTIQUE**

Épreuve : sciences physiques

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

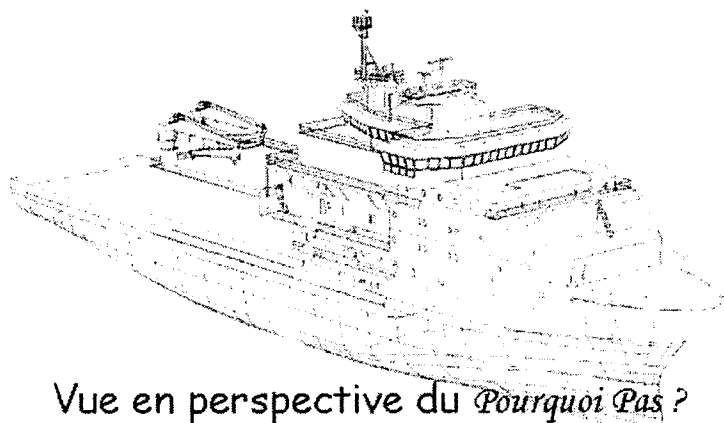
**La calculatrice (conforme à la circulaire n° 86-228 du 28-07-86) est autorisée.
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans
l'appréciation des copies**

**IMPORTANT : Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7 (hors page de présentation).
Assurez-vous qu'il est complet S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.**

Présentation :

Ce sujet propose de traiter différents aspects concernant le "*Pourquoi Pas ?*", bateau faisant partie de la flotte de L'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER).

Le "*Pourquoi pas?*" a pour objectif de mener des missions diverses d'hydrographie et d'océanographie durant lesquelles il est capable de mettre en œuvre des équipements lourds, type "*Nautilé*", "*Victor 6000*" ou engin remorqué.



Vue en perspective du *Pourquoi Pas ?*

© Chantiers de l'Atlantique

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU *POURQUOI PAS ?*

Longueur	108 mètres
Largeur	20 mètres
Tirant d'eau maximum	6,90 mètres
Déplacement à vide	4600 tonnes dont 2300 tonnes de coque métallique
Charge maximum	2000 tonnes
Déplacement maximum	6600 tonnes
Vitesse maximum	14,5 nœuds
Vitesse de transit	13,3 nœuds
Vitesse économique	11,0 nœuds
Autonomie à 11 nœuds	64 jours

Ce sujet est composé de cinq parties indépendantes :

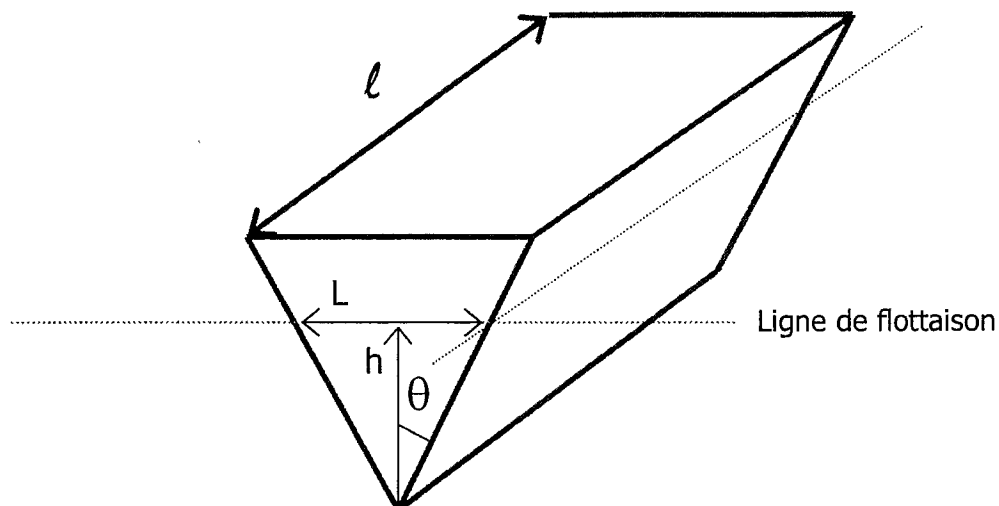
- ⊕ Partie A : Étude de la flottabilité du navire..... 3 points
- ⊕ Partie B : Étude des groupes électrogènes – moteur Diesel..... 5,5 points
- ⊕ Partie C : Étude de la combustion d'un moteur Diesel..... 4,5 points
- ⊕ Partie D : Étude de l'isolation acoustique du local groupes électrogènes . 3 points
- ⊕ Partie E : Étude de la prospection des fonds marins 4 points

Un formulaire est présent à la fin du sujet

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 1 sur 7

Partie A : Étude de la flottabilité du bateau

Pour simplifier les calculs, on assimile la coque du navire à un prisme schématisé ci-dessous.



1. Calculer la valeur du poids P du navire lorsqu'il est en charge maximum (rappel : le poids correspond à la force exercée sur le corps par l'attraction terrestre).
2. Le volume immergé V_i du navire est donné par la relation $V_i = h^2 \times \ell \times \tan\theta$.
Montrer alors que la valeur de la force d'Archimède F_a exercée sur le navire peut s'exprimer en fonction de h par la relation $F_a = 1,5 \cdot 10^6 \times h^2$.
3. En réalisant le bilan des forces qui s'exercent sur le navire, à l'équilibre, en déduire la valeur de la hauteur d'immersion h du navire en charge.
4. Cette valeur est-elle en accord avec la valeur du tirant d'eau maximum (*distance verticale entre la ligne de flottaison d'un navire et le dessous de la quille*) indiquée dans les caractéristiques générales ?

Données

Longueur du navire	ℓ	108 m
Angle	θ	54°
Masse volumique de l'eau de mer	ρ_{mer}	$1029,7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Masse du navire en charge	M	6600 tonnes
Accélération du champ de pesanteur	g	$9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 2 sur 7

Partie B : Étude des groupes électrogènes – moteur Diesel

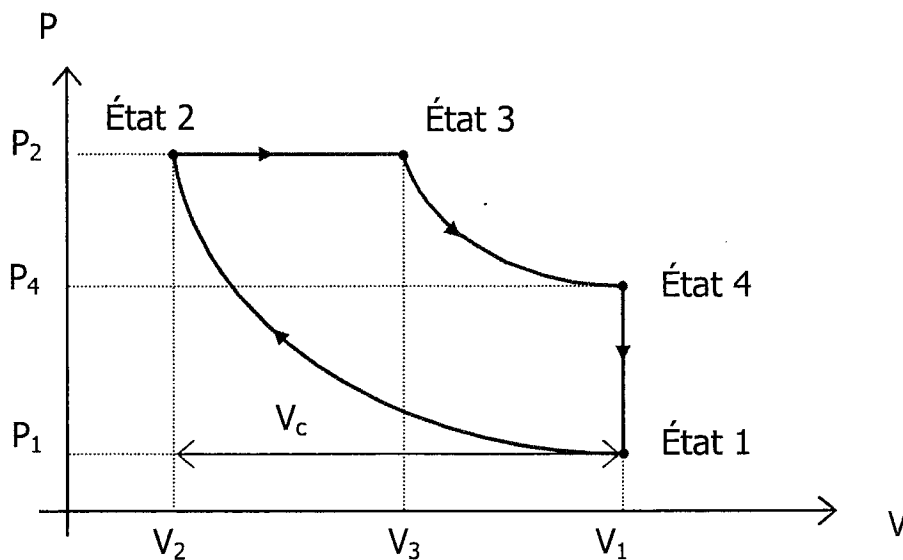
Pour permettre la production d'énergie électrique sur le navire, deux salles sont équipées de deux groupes électrogènes. Chaque groupe est composé d'un moteur Diesel, constitué de 8 cylindres en ligne, accouplé à un alternateur.

Étude du moteur Diesel

L'étude porte sur un cylindre. Le diamètre de chaque cylindre est de 200 mm et la course du piston est de 279mm.

Le cycle théorique de ce moteur Diesel à quatre temps est constitué par les transformations suivantes :

- ⊕ Transformation 1 → 2 : Compression adiabatique réversible de l'air.
- ⊕ Transformation 2 → 3 : Combustion isobare par injection de gazole.
- ⊕ Transformation 3 → 4 : Détente adiabatique réversible des gaz.
- ⊕ Transformation 4 → 1 : Refroidissement isochore des gaz.



De plus les gaz décrivant ce cycle sont assimilables à de l'air et seront considérés comme parfaits.

Lors d'essais en usine les valeurs suivantes ont été mesurées :

État 1	$V_1 = 9000 \text{ cm}^3$	$\theta_1 = 21,2 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_1 = 1,02 \text{ bar}$
État 2	$V_2 = \dots\dots\text{cm}^3$	$\theta_2 = \dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$	$P_2 = \dots\dots \text{ bar}$
État 3	$V_3 = \dots\dots\text{cm}^3$	$\theta_3 = 1827 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_3 = \dots\dots \text{ bar}$
État 4	$V_4 = \dots\dots\text{cm}^3$	$\theta_4 = 333 \text{ }^\circ\text{C}$	$P_4 = \dots\dots \text{ bar}$

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 3 sur 7

1. Expliquer les termes de transformations isobare et isochore.
2. Montrer que le nombre initial de moles de gaz présentes à chaque cycle dans un cylindre est égal à $n = 0,375$ mole.
3. La cylindrée V_c représente le volume balayé par le piston. Montrer que V_c est égal à 8760cm^3 .
4. En déduire la valeur du volume V_2 .
5. Calculer la valeur de la pression P_2 puis la valeur de la température T_2 en fin de compression.
6. Calculer la valeur de la quantité de chaleur Q_{23} échangée par les gaz au cours de la transformation isobare.
7. Calculer la valeur de la quantité de chaleur Q_{41} échangée par les gaz au cours de la transformation isochore.
8. Quelles sont les valeurs particulières des quantités de chaleur Q_{12} et Q_{34} reçues par le gaz au cours des deux transformations adiabatiques correspondantes.
9. En appliquant le premier principe de la thermodynamique pour un cycle, calculer la valeur du travail W fourni au cours d'un cycle.
10. Calculer le rendement théorique η_{th} de ce moteur.

Données

Constante des gaz parfaits	R	$8,32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Exposant adiabatique	$\gamma = C_p / C_v$	1,4
Capacité thermique molaire de l'air à pression constante	C_p	$29 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Partie C : Étude de la combustion d'un moteur Diesel

La combustion du gasoil, de formule moléculaire $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$, dans le dioxygène de l'air forme du dioxyde de carbone et de l'eau. On supposera que l'air, en nombre de moles, est composé à 80% de N_2 et à 20% de O_2 .

1. Écrire et équilibrer l'équation de combustion complète du gasoil.
2. En utilisant le résultat donné à la question B.2, et sachant qu'un cycle dure 0,12s, déterminer le nombre de moles de gaz présentes dans l'air (azote + oxygène) utiles à la combustion en 1 seconde pour un moteur diesel. (*On rappelle qu'un moteur est composé de 8 cylindres*).
3. En déduire le nombre de moles de dioxygène utiles à la combustion en 1 seconde.
4. Calculer la valeur de la masse de gasoil correspondante.
5. Calculer le volume de gasoil correspondant à cette masse.
6. La capacité de la cuve de gasoil est de 1233 m^3 . Déterminer, en jours, l'autonomie du navire. Cette valeur est-elle en accord avec l'indication donnée dans les caractéristiques générales ?

Données

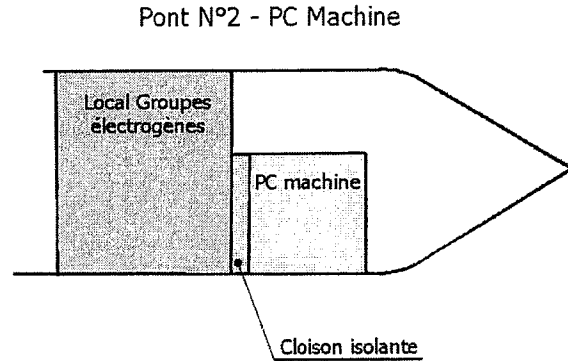
Masse molaire de l'hydrogène	M_H	1 g.mol^{-1}
Masse molaire du carbone	M_C	12 g.mol^{-1}
Densité du gasoil	d_g	0,85

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 4 sur 7

Partie D : Étude de l'isolation acoustique du local groupes électrogènes

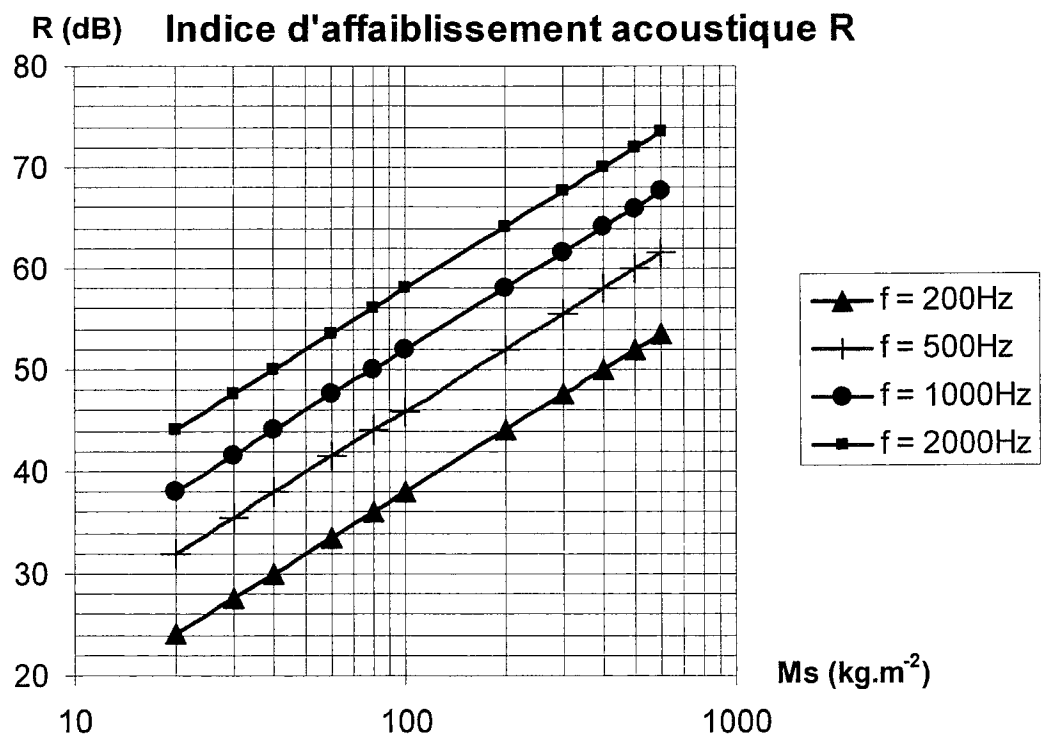
Le local groupes électrogènes se trouve sur le pont N°2, contigu à la salle de commande des machines (PC machine). Le cahier des charges impose un niveau sonore dans la salle PC machine inférieur à 57dB.

L'étude porte sur l'isolation acoustique entre ces deux salles, l'objectif étant de déterminer l'épaisseur de la cloison isolante. On supposera que la transmission des bruits entre les deux locaux ne se fait que par cette paroi séparative supposée simple et homogène.



Le local groupes électrogènes comporte deux groupes Diesel alternateur. Chaque groupe Diesel alternateur émet un niveau sonore N_g égale à 95dB. Le niveau sonore du au bruit ambiant, N_b , hors groupe diesel-alternateur, est égal à 92 dB. La fréquence moyenne mesurée est égale à 500Hz.

1. Déterminer le niveau sonore total N_t dans le local groupes électrogènes.
2. En déduire la valeur minimum de l'indice d'affaiblissement R de la cloison isolante pour respecter le cahier des charges.
3. En vous aidant de la caractéristique ci-dessous, déterminer la masse surfacique M_s de la cloison isolante.
4. En déduire l'épaisseur e de la cloison sachant qu'elle possède une masse volumique ρ_c égale à $200\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.



BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 5 sur 7

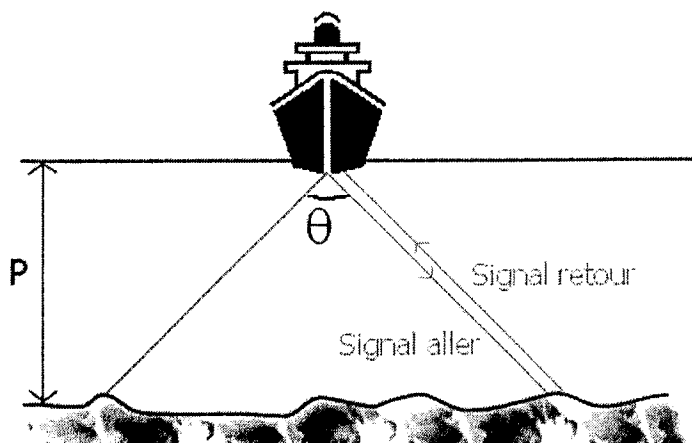
Parti E : Étude de la prospection des fonds marins

Afin d'effectuer des mesures bathymétriques (mesure de la profondeur des océans), le "*Pourquoi pas ?*" est équipé de sondeurs multifaisceaux permettant la mesure simultanée de la profondeur selon plusieurs directions.

La largeur maximale d'exploration est définie par l'ouverture angulaire d'émission θ .

Le principe de mesure consiste à émettre une onde sonore de forte amplitude en direction des fonds sous-marins.

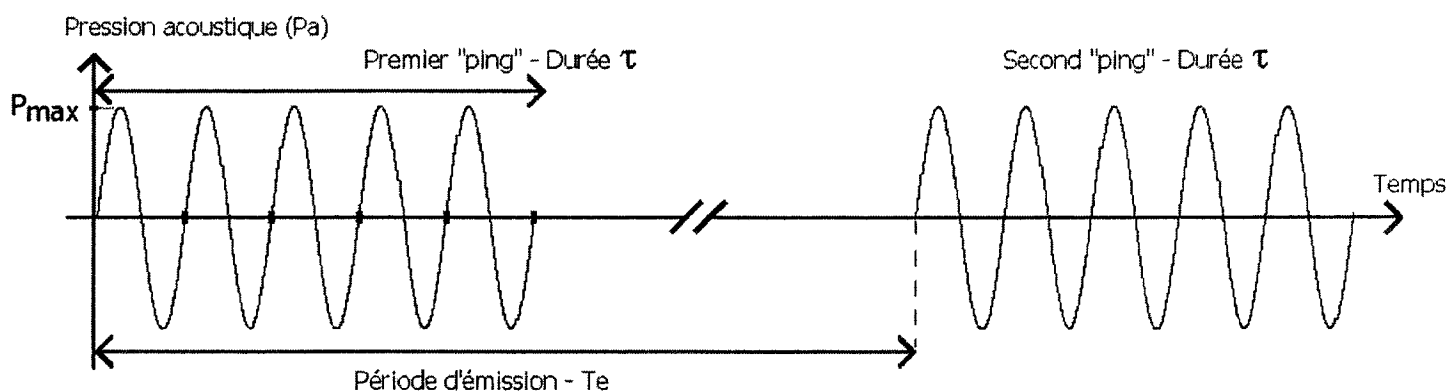
L'onde se propage avec une célérité c égale à 1500 m.s^{-1} jusqu'au fond de l'eau puis est renvoyée par réflexion.



Dans le cas où l'ouverture angulaire θ est égale à 150° , la valeur de la durée de propagation de l'onde pour réaliser un aller et retour, t_{a-r} , est égale à $18,03 \text{ s}$.

Dans la majorité des sondeurs bathymétriques, l'onde émise est une impulsion monochromatique ("ping") constituée d'une sinusoïde de fréquence f_0 émise durant un temps τ .

Dans le cas du *pourquoi pas ?* le sondeur utilisé émet un "ping" d'une durée τ égale à $0,416 \text{ ms}$.



1. L'onde sonore est émise avec une pression maximale égale à $20 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Déterminer la valeur du niveau sonore N_p émis par le sondeur.
2. En vous aidant du chronogramme ci-dessus, déterminer la valeur de la fréquence f_0 d'un "ping". En déduire sa longueur d'onde λ .
3. Déterminer la profondeur P en fonction de T_{a-r} , c , et θ . Calculer sa valeur dans le cas particulier où θ est égale à 150° .

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 6 sur 7

Formulaire de Physique

THERMOMÉTRIE - ÉQUATION D'ÉTAT

Mesure des températures Échelle Kelvin $T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$

Équation des gaz parfaits : $P V = n R T$ avec $R = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

STATIQUE ET DYNAMIQUE DES FLUIDES

Principe d'Archimède $F_{\text{Archimède}} = \rho V g$

CHALEUR ET TRAVAIL - PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

Chaleur massique et molaire $\delta Q = m c dT$ $\delta Q = n C dT$

Premier Principe de la thermodynamique $dU = \delta Q + \delta W$

Équation d'une transformation adiabatique réversible $P V^\gamma = \text{cste}$

ONDES SONORES

Niveaux sonores $N_p = 10 \log (p^2/p_0^2)$ avec $p_0 = 2.10^{-5} \text{ Pa}$

(noté N ou L) $N_I = 10 \log (I / I_0)$ avec $I_0 = 1.10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U32 Sciences Physiques		Coefficient : 2
CODE : 7DOPHY1		Page 7 sur 7