

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

Session 2003 - Sous épreuve U31

Durée 4 heures - Coefficient 2

Ce document comporte 5 pages numérotées et 1 annexe Réponse.

THERMODYNAMIQUE – Durée conseillée : 2 h 15 mn , coefficient 1

Problème 1 (10 points) ; Problème 2 (10 points)

THERMOPROPULSION – Durée conseillée : 1 heure 45 mn , coefficient 1

Questions (4 points) ; Problème (16 points)

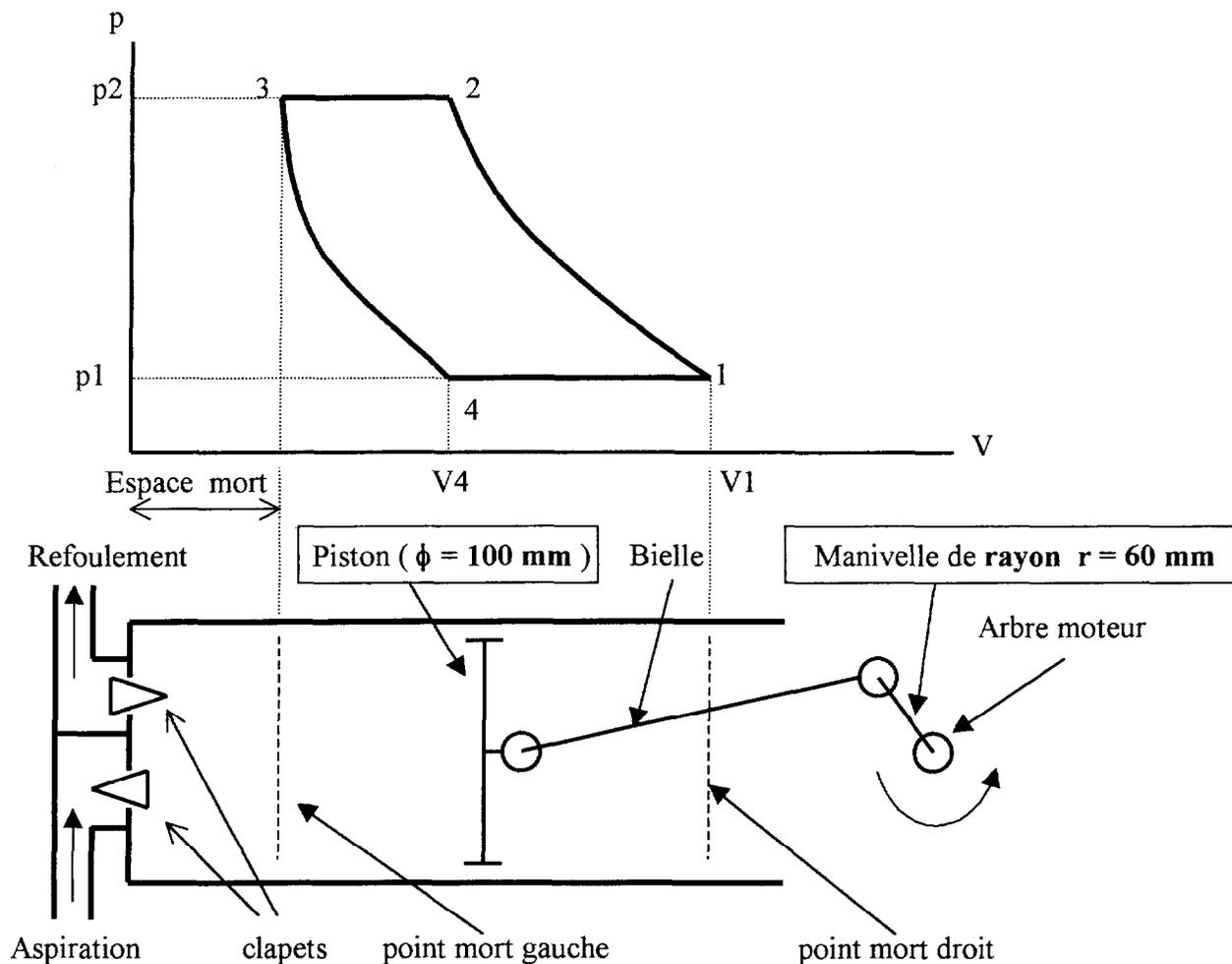
Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables , alphanumériques ou à écran graphique , à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante , sont autorisées .

THERMODYNAMIQUE**Problème 1 : Etude d'un compresseur avec espace mort (10 points)**

Considérons un compresseur aspirant de l'air à la pression $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ et le refoulant à la pression $p_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Les caractéristiques du cycle sont les suivantes :

- .. Admission adiabatique de l'air (considéré comme gaz parfait : $r = 287 \text{ J / kg} \cdot ^\circ$) l'amenant de ($p_4 = p_1$, V_4 , $T_4 = T_1$) à (p_1 , V_1 , $T_1 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$).
- .. Compression adiabatique ($\gamma = 1,4$) de (p_1 , V_1 , T_1) à (p_2 , V_2 , T_2), les deux clapets étant fermés.
- .. Refoulement adiabatique de l'air l'amenant de (p_2 , V_2 , T_2) à ($p_3 = p_2$, V_3 , $T_3 = T_2$).
- .. Détente adiabatique de (p_3 , V_3 , T_3) à ($p_4 = p_1$, V_4 , $T_4 = T_1$), les deux clapets étant fermés.

**On demande :**

1. Montrer, en appliquant le 1^{er} principe, pour une évolution avec transvasement, que $T_2 = T_3$.
2. Exprimer littéralement, la cylindrée du compresseur $V_1 - V_3$, en fonction de Φ (diamètre du piston) et de r .

3. On donne : $V1 - V3 = 942,5 \text{ cm}^3$ et x (espace mort relatif) = $\frac{V3}{V1 - V3} = 4 \%$

Calculer $V1$ (unité : cm^3 ; précision : 1 chiffre après la virgule) puis la masse d'air m_a contenue dans le cylindre pendant la compression (unité : kg ; précision : 5 chiffres après la virgule) .

4. Calculer $T2$.
 5. Calculer la masse d'air m_a enfermée dans le cylindre pendant la phase 3 – 4 (unité : kg ; précision : 5 chiffres après la virgule) .
 6. Le travail total échangé entre le gaz et le milieu extérieur est donné par :

$$W = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (m_a - m_d) \cdot r \cdot (T2 - T1)$$

L'arbre moteur tourne à 300 tr / mn et le rendement mécanique du compresseur est de 0,9 .

Calculer la puissance mécanique fournie par l'arbre moteur .

Problème 2 : Conditionnement de l'air dans le MERCURE (10 points)

Dans tous le problème , l'air sera considéré comme un gaz parfait .

Le conditionnement de l'air permet de maintenir la cabine passager, le poste d'équipage et certaines soutes sous une pression et une température convenables.

Il est assuré par deux groupes " Pack " (voir schéma sur le document 1) .

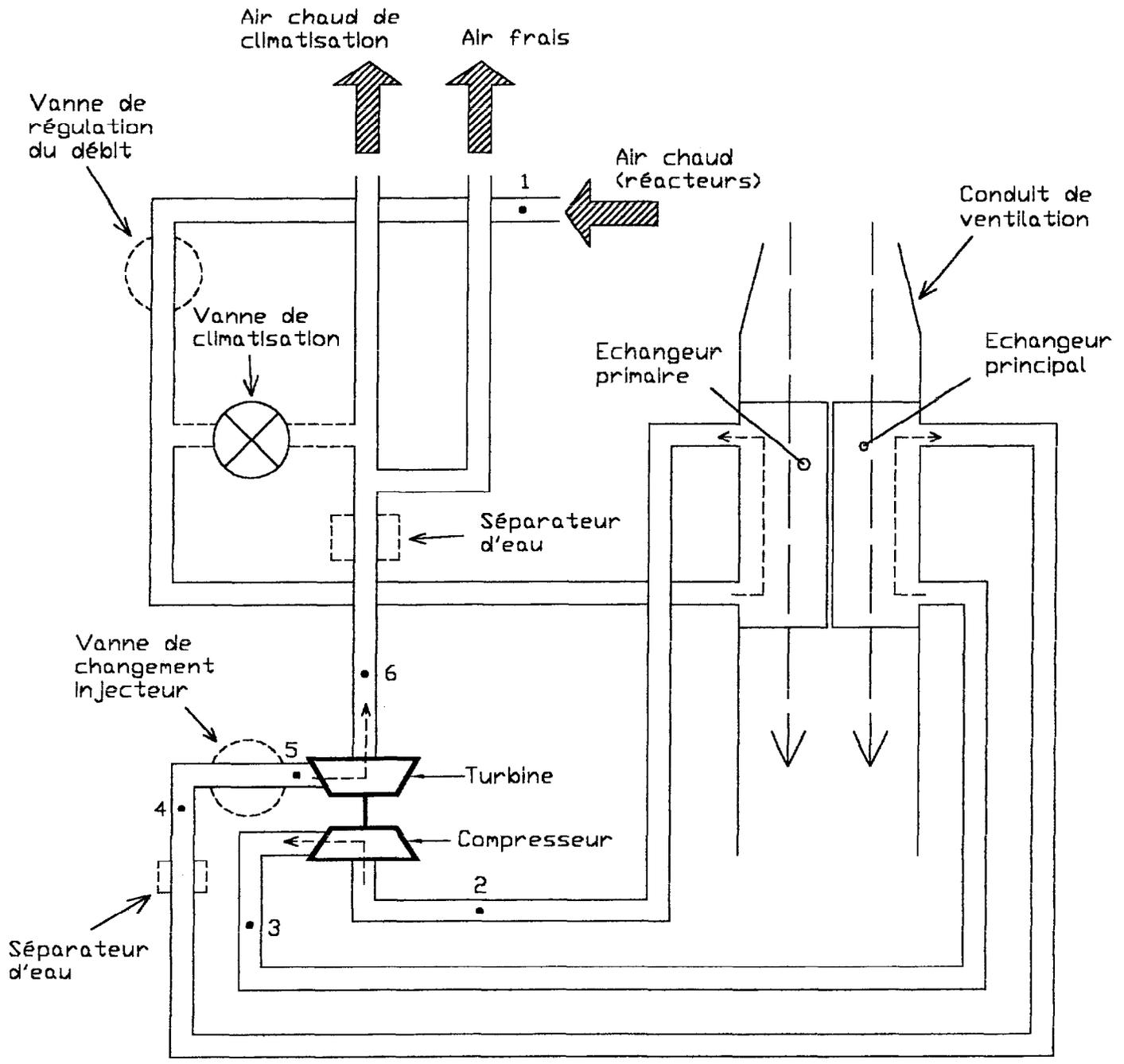
Etat des vannes : Vanne de régulation du débit et vanne de changement injecteur OUVERTES
 Vanne de climatisation FERMEE

L'air chaud provenant des étages du réacteur , entre dans le pack à la pression $p1 = 1,2 \text{ bar}$ et à la température $\theta1 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$. Après avoir traversé l'échangeur primaire dans lequel il est refroidi , il entre dans le compresseur à la pression $p2$ (= $p1$) et à la température $\theta2$. Le compresseur comprime l'air **isentropiquement** jusqu'à la pression $p3$ et à la température $\theta3 = 220 \text{ }^\circ\text{C}$. Il traverse alors l'échangeur principal pour entrer dans la vanne de changement injecteur à la pression $p4$ (= $p3$) et à la température $\theta4 = 130 \text{ }^\circ\text{C}$. Dans cette vanne , il subit une **détente isotherme** jusqu'à l'entrée de la turbine (point 5) . L'air se détend **isentropiquement** dans la turbine ($p6 = 0,5 \text{ bar}$; $\theta6 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$) . C'est cet air froid qui fournira de l'air frais et de l'air chaud de climatisation après avoir été partiellement réchauffé .

On donne : $\gamma = 1,4$; $r = 287 \text{ J / kg } \cdot ^\circ$

On demande :

1. Calculer , en bars , la pression à l'entrée de la turbine .
2. L'énergie récupérée par l'arbre de la turbine est entièrement fournie au compresseur.
 - a) En traduisant littéralement cette égalité , donner la relation entre les températures $T3$, $T2$, $T5$ et $T6$.
 - b) Calculer la température $T2$.
3. Calculer, en bars , la pression $p3$.
4. Tracer dans le diagramme T-S, l'allure des évolutions 1-2-3-4-5-6 en respectant les positions relatives des isothermes et des isobares.
 Indiquer , sur le diagramme , les surfaces représentant la quantité de chaleur évacuée par le gaz lors de son passage dans le conduit de ventilation .
5. Le système fournit un débit d'air de $0,362 \text{ kg / mn / passager}$.
 Si l'on considère que le mercure a une capacité de 150 passagers , calculer la quantité de chaleur évacuée dans le conduit de ventilation (en J / s) .



PACK DE CONDITIONNEMENT
D'AIR DU MERCURE
Schéma de principe simplifié

PROBLEME**Etude d'un Turboréacteur à Double Flux**

L'étude aura pour principal objectif de comparer les performances d'un turboréacteur double flux au cours de 3 phases de vol, le décollage, la montée et la croisière.

Caractéristiques du TURBOREACTEUR :

- Débit d'air au niveau de la mer $Q_{ma}(0) = 500 \text{ Kg.s}^{-1}$
- Taux de dilution : $\lambda = 6$
- Consommation horaire au niveau de la mer : $Ch = 4320 \text{ Kg.h}^{-1}$
- Vitesse d'éjection du flux chaud $V_{51} = 420 \text{ m.s}^{-1}$
- Vitesse d'éjection du flux froid $V_{52} = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- Pour le carburant, $P_{ci} = 44.10^6 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{°K}^{-1}$

Remarques :

Les vitesses d'éjection des deux flux seront supposées constantes quelles que soient l'altitude et la vitesse de vol.

Les tuyères seront supposées adaptées.

1. QUESTIONS PRELIMINAIRES (3 points)

- Rappeler les avantages des moteurs double flux par rapport aux moteurs simple flux.
- Citer les inconvénients et les limites d'exploitation de tels moteurs.

2. ETUDE AU NIVEAU DE LA MER EN PHASE DE DECOLLAGE (5 points)

On donne, vitesse de vol $V_0 = 80 \text{ m.s}^{-1}$

Calculer :

- La poussée totale
- La contribution du fan sur la poussée totale (%)
- La consommation spécifique
- Le rendement global
- Le rendement de propulsion.

Vous détaillerez vos calculs sur votre copie et reporterez les résultats de vos calculs dans le tableau donné en annexe 1.

3. ETUDE EN PHASE DE MONTEE A 5 KM D'ALTITUDE (2,5 points)

On précise qu'à cette altitude la température est de 255 K et que l'avion évolue à $M = 0,6$.

Pour les calculs, on considérera que les débits d'air évoluent avec la densité relative, à savoir $Q_{ma}(Z) = Q_{ma}(0) \cdot (20 - Z) / (20 + Z)$

Dans les conditions de vol définies ci-dessus, on précise que la consommation horaire :

$$Ch = 2200 \text{ Kg.h}^{-1}.$$

Calculer :

- La poussée totale
- La contribution du fan sur la poussée totale (%)
- La consommation spécifique
- Le rendement global
- Le rendement de propulsion.

4. ETUDE EN PHASE DE CROISIERE A 10 KM D'ALTITUDE (2,5 points)

On précise qu'à cette altitude la température est de 223 K et que l'avion évolue à $M = 0,83$.

Rappels : pour les calculs, on considérera que les débits d'air évoluent avec la densité relative.

Dans les conditions de vol définies ci-dessus, on précise que la consommation horaire :

$$Ch = 1510 \text{ Kg.h}^{-1}.$$

Calculer :

- La poussée totale
- La contribution du fan sur la poussée totale (%)
- La consommation spécifique
- Le rendement global
- Le rendement de propulsion.

5. CONCLUSIONS (3 points)

Apporter vos conclusions sur l'évolution des paramètres suivants, en fonction de la phase de vol (Argumenter votre réponse) :

Poussée totale

Contribution du fan sur la poussée totale

Consommation spécifique

Rendement global

Rendement de propulsion.

QUESTION : **INVERSION DE POUSSEE** (4 points)

- Donner le rôle des systèmes d'inversion de poussée.
- Décrire le principe de fonctionnement et les différentes sécurités.
- Citer les différents systèmes que vous connaissez.

DANS CE CADRE

Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM :	
<i>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	<input type="text"/>

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEE3TH

717

NE RIEN ÉCRIRE

ANNEXE REPONSE

A RENDRE AVEC LA COPIE

Annexe 1 : THERMOPROPULSION

Récapitulatif des résultats :

Phase	Décollage	Montée	Croisière
Altitude	Niveau de la mer	Z = 5 Km	Z = 10 Km
Vitesse - Mach	80 m.s ⁻¹	Mach 0,6	Mach 0,83
Poussée Totale			
Contribution FAN			
Consommation Spécifique			
Rendement Global			
Rendement de Propulsion			