



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

Session 2009 – Sous épreuve U 31

THERMODYNAMIQUE – THERMOPROPULSION

Durée 4 heures – Coefficient 2

Ce document comporte 10 pages numérotées.

THERMODYNAMIQUE – Durée conseillée : 2 heures, coefficient 1.

Le candidat doit traiter les deux problèmes.

Problème 1 : 10 points ; Problème 2 : 10 points

THERMOPROPULSION – Durée conseillée : 2 heures, coefficient 1.

Ce sujet comporte 5 parties indépendantes,

Il est demandé aux candidats de développer leurs réponses avec clarté et précision,

L'annexe I doit être rendue avec votre copie

Seules les calculatrices réglementaires sont autorisées.

Partie THERMODYNAMIQUE

Problème 1 : Etude du moteur à essence TEXTRON

Le moteur TEXTRON LYCOMING équipe l'avion monomoteur SOCOTA TB-20 .
Ce moteur à essence, fonctionnant suivant le cycle BEAU DE ROCHAS (compression adiabatique 1-2 ; compression isochore 2-3 ; détente adiabatique 3-4 ; détente isochore 4-1), est équipé de 6 cylindres à plat avec prise directe.

A 75% de sa puissance, il développe 187 kW à une vitesse de 2575 tr/mn.

Les calculs seront relatifs à l'étude d'un cylindre

Pour le cycle d'un cylindre , on donne :

- . L'air est considéré comme un gaz parfait.
- . $p_1 = 0,8 \cdot 10^5$ Pa ; $V_1 = 1,675$ litre ; $V_2 = 0,197$ litre
- . Masse molaire de l'air : $M = 29$ g / mole
- . $R = 8,315$ J / mole.°
- . Coefficient de l'adiabatique : $\gamma = 1,4$

Afin de vérifier la résistance du piston, on va rechercher la valeur extrême des paramètres qui agissent sur son comportement : la pression et la température à la fin de l'explosion.

1. Dans le diagramme de Clapeyron (p-V), tracer l'allure du cycle BEAU DE ROCHAS.
2. Calculer la masse **m** d'air admise dans un cylindre (exprimée en **g** avec 2 chiffres après la virgule)
On donne :
. Température à l'admission : $T_1 = 283$ K
3. Calculer la pression (en Pa) et la température au point 2.

4. Cette question a pour but de calculer la quantité de chaleur reçue par l'air lors de l'explosion 2-3.
Le moteur fonctionne à 75% de sa puissance maximale et consomme 10,3 litres de carburant par heure et par cylindre,
Sachant que le vilebrequin effectue 2 tours pour générer 1 cycle :

- a) En déduire la **consommation en carburant, par cycle, par cylindre** (g / cycle)
On donne :
. Masse volumique de l'essence = 720 kg / m³

b) Calculer la **quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'essence** (par cycle et par cylindre) .

On donne :

. Pouvoir calorifique de l'essence = 50 kJ / g

5.. Pour la suite du problème on prendra $Q_{2-3} = 4700 \text{ J}$

Exprimer la température T_3 en fonction de Q_{2-3} , T_2 , m , c_v .

Calculer T_3 .

6. Calculer la pression p_3 (en Pa) à la fin de l'explosion.

Problème 2 : Etude de la réfrigération du compartiment alimentaire de l'Airbus A 320

Le compartiment recevant les denrées alimentaires est réfrigéré par une unité de refroidissement ou << air chiller >> (Fig 1).

<<L'air chiller >> est constitué d'un compresseur , d'un condenseur , d'un détendeur et d'un évaporateur (Fig 3).

L'étude a pour but de déterminer la puissance électrique maximale demandée par le compresseur.

1. Le compartiment réfrigéré est constitué par 6 m^2 de **parois planes** qui séparent l'intérieur (à 8°C) de l'extérieur (à 22°C).

Calculer la résistance thermique R_{th} de l'ensemble des parois planes.

Préciser l'unité de résistance thermique ; exprimer le résultat avec 5 chiffres après la virgule.

On donne :

Constitution de la paroi (Fig 2):

.. une épaisseur de 1 mm d'alliage d'aluminium

Conductivité thermique : $\lambda_a = 200 \text{ W / m.}^\circ$

.. une épaisseur de 28 mm d'isolant

Conductivité thermique : $\lambda_i = 0,05 \text{ W / m.}^\circ$

.. .. une épaisseur de 1 mm d'alliage d'aluminium

Conductivité thermique : $\lambda_a = 200 \text{ W / m.}^\circ$

2. Calculer le flux thermique Φ qui pénètre dans le compartiment réfrigéré.

Préciser l'unité de flux.

3. <<L'air chiller>> est une machine thermodynamique définie en figure 3 .

Définir pour chacun des 4 points du circuit parcouru par le fluide frigorigène , si celui – ci est à l'état de **gaz** ou de **liquide** , et s'il est à **haute pression HP** ou **basse pression BP**.

Vous reproduirez le tableau suivant :

	Gaz / Liquide	HP / BP
Etat 1		
Etat 2		
Etat 3		
Etat 4		

4. On fait l'hypothèse que les évolutions suivent le cycle de CARNOT.

a) **Calculer l'efficacité e_f de la machine.**

On donne :

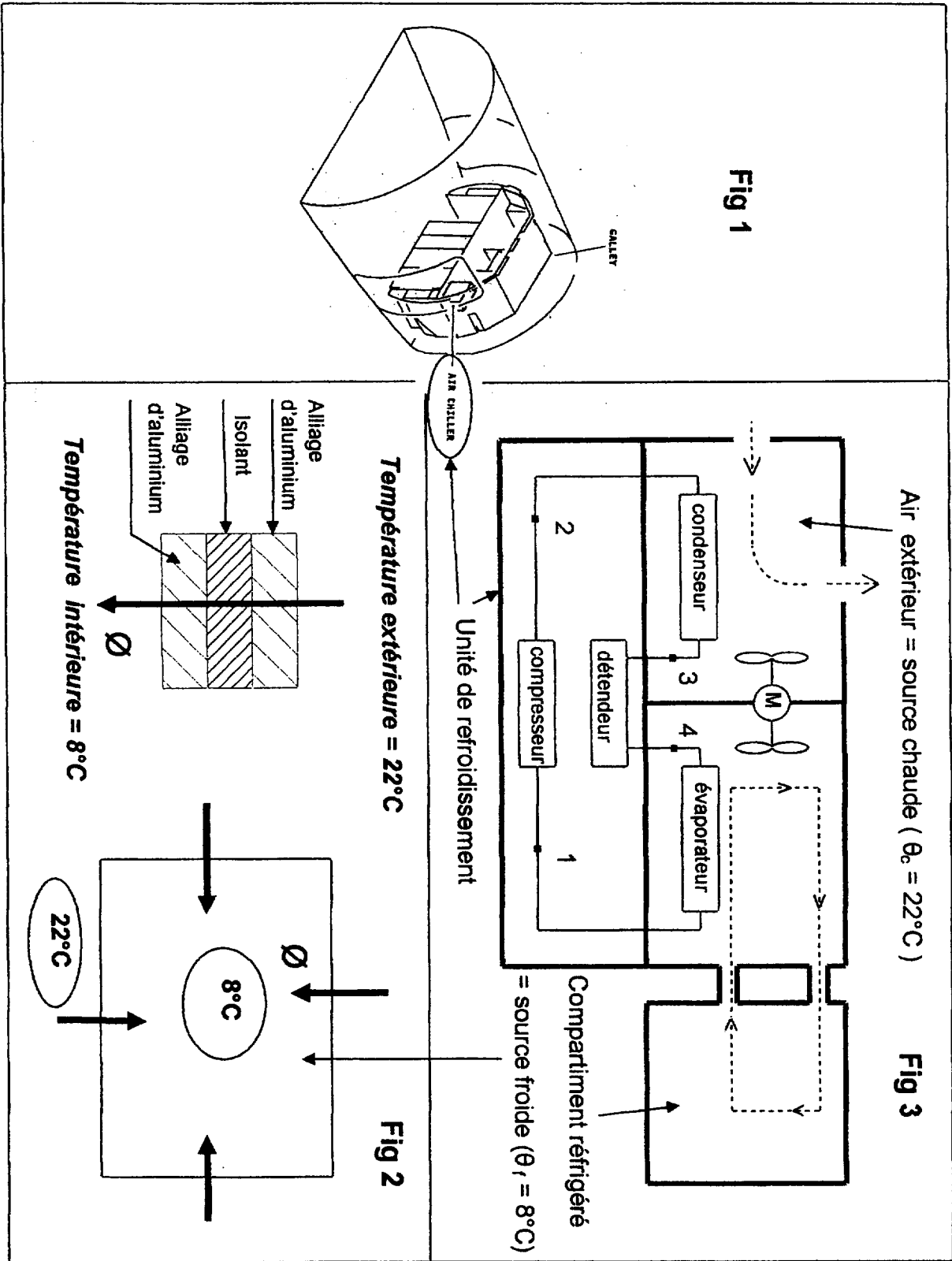
$$e_f = \frac{T_f}{T_c - T_f} = \frac{Q_f}{W}$$

avec T_f = température de la source froide
 T_c = température de la source chaude
 Q_f = quantité de chaleur retirée à la source froide
 W = énergie reçue par le compresseur

b) On souhaite maintenir l'intérieur du compartiment réfrigéré à une température constante de 8°C. Pour cela, la machine doit retirer à la source froide une quantité de chaleur Q_f et donc une puissance calorifique équivalente à \emptyset .

En raisonnant sur une durée de 1 seconde :

- .. **Calculer l'énergie W mécanique que doit recevoir le compresseur .**
- .. **Calculer l'énergie électrique W_e que reçoit le compresseur (rendement global du compresseur = 0,7).**
- .. **En déduire la puissance électrique reçue.**



THERMOPROPULSION

1^{ère} Partie : Rendement de Propulsion.

1. Rappeler la définition du rendement de propulsion,
2. Donner son expression en fonction de $V_{\text{admission}} (V_0)$ et $V_{\text{échappement}} (V_5)$ pour un moteur Simple Flux.
3. En vous reportant à l'Annexe I calculer le rendement de propulsion pour les différentes vitesse de vol et placer les points $(V_0; \eta_p)$ sur la figure.
4. Commenter la position de la courbe tracée par comparaison à celles de deux autres courbes du graphique.

2^{ème} Partie : Poussée

1. Donner les principaux facteurs qui conditionnent la poussée,
2. En vous appuyant sur l'annexe II, expliquer l'influence de l'altitude sur la poussée disponible au décollage,
3. On donne pour un avion en vol de croisière : rendement global $\eta_g = 32\%$, vitesse $V=250\text{m.s}^{-1}$, débit carburant $Q_{mc} = 1 \text{ kg.s}^{-1}$ et $P_{ci} = 44.10^6 \text{ J.kg}^{-1}$; déterminer la poussée en croisière.

3^{ème} Partie : Entrée d'Air / FAN

1. Rappeler le rôle de l'entrée d'air (EA) sur un Turboréacteur,
2. Expliquer les principales différences entre les entrées d'air subsoniques et supersoniques,
3. Expliquer les origines de la limitation du diamètre des EA sur les turboréacteurs subsoniques à fort taux de dilution.

4^{ème} Partie : Chambre de Combustion

1. Calcul
 Une Chambre de combustion est traversée par un débit d'air de 100 Kg.s^{-1} . Le débit se sépare en deux, 30% de cet air est brûlé et porté à une température de 1900°c , les 70% restant servent à la dilution et au refroidissement des gaz brûlés. Déterminer la température T_3 des Gaz à la sortie de la Chambre de Combustion. (*Considérer les échanges de chaleur entre gaz brûlés et gaz non brûlés. On donne $T_2 = 450^\circ\text{c}$ et $C_p = 1000 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{°}^{-1}$*)
2. Expliquer l'évolution du paramètre T_3 lors d'une augmentation du régime moteur et préciser en quoi il peut constituer une limite de fonctionnement.
3. En vous appuyant sur le schéma en annexe III, expliquer les avantages de la chambre de combustion à double tête (DAC) en partie inférieure par rapport à celle à simple tête (SAC) en partie supérieure.

5^{ème} Partie : Démarrage

On considère un démarreur pneumatique et sa vanne de démarrage (cf Annexe IV).

1. Expliquer le rôle de la vanne de démarrage, son circuit de commande et de contrôle.
2. Préciser les différentes possibilités de fermeture de la vanne,
3. Citer les différents types de liaisons que l'on rencontre entre le démarreur et le boîtier accessoires.

DANS CE CADRE

Académie :

Session :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

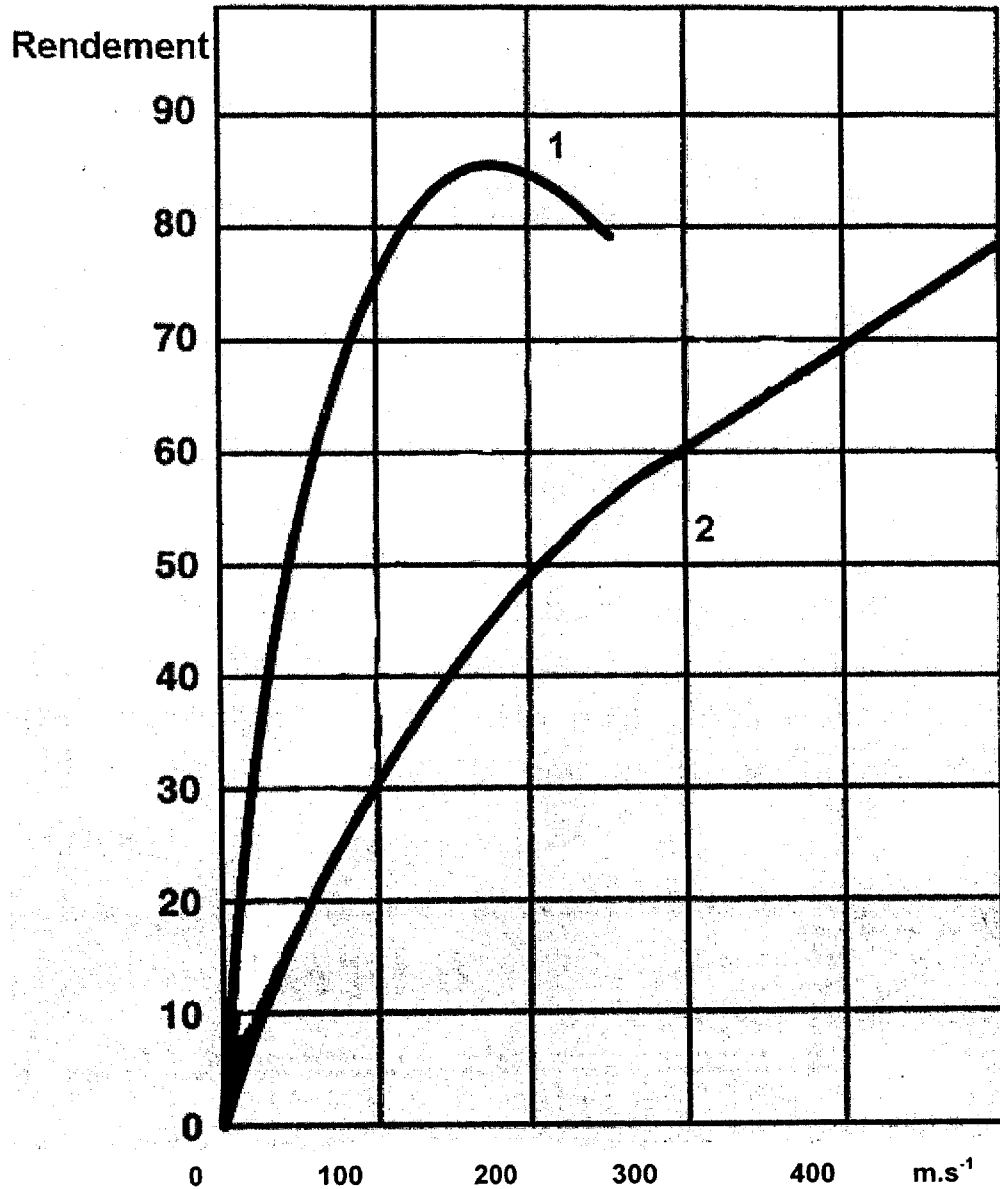
Né(e) le :

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

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

Annexe I – A rendre avec votre copie

MEE3TH



Courbe 1: Turbopropulseur

Courbe 2: Turboréacteur Supersonique

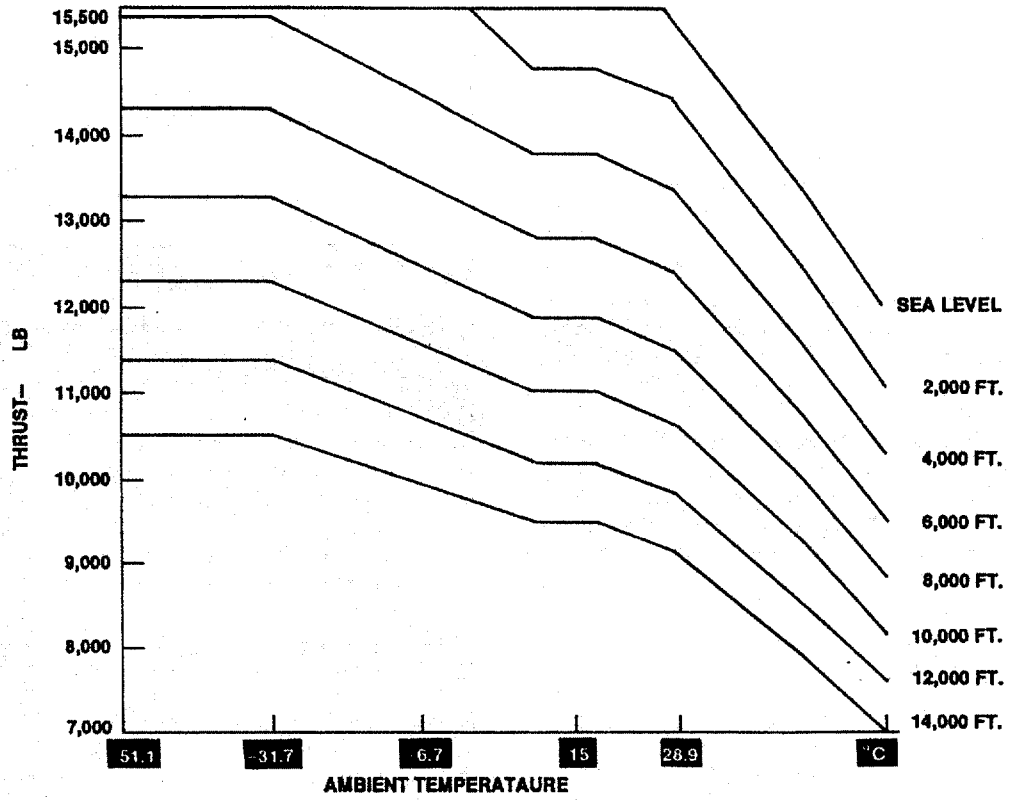
Vitesse de Vol (V_0)	Rendement de Propulsion η_p
100 m.s ⁻¹	
150 m.s ⁻¹	
200 m.s ⁻¹	
250 m.s ⁻¹	

On donne au régime décollage $V_5 = 420 \text{ m.s}^{-1}$

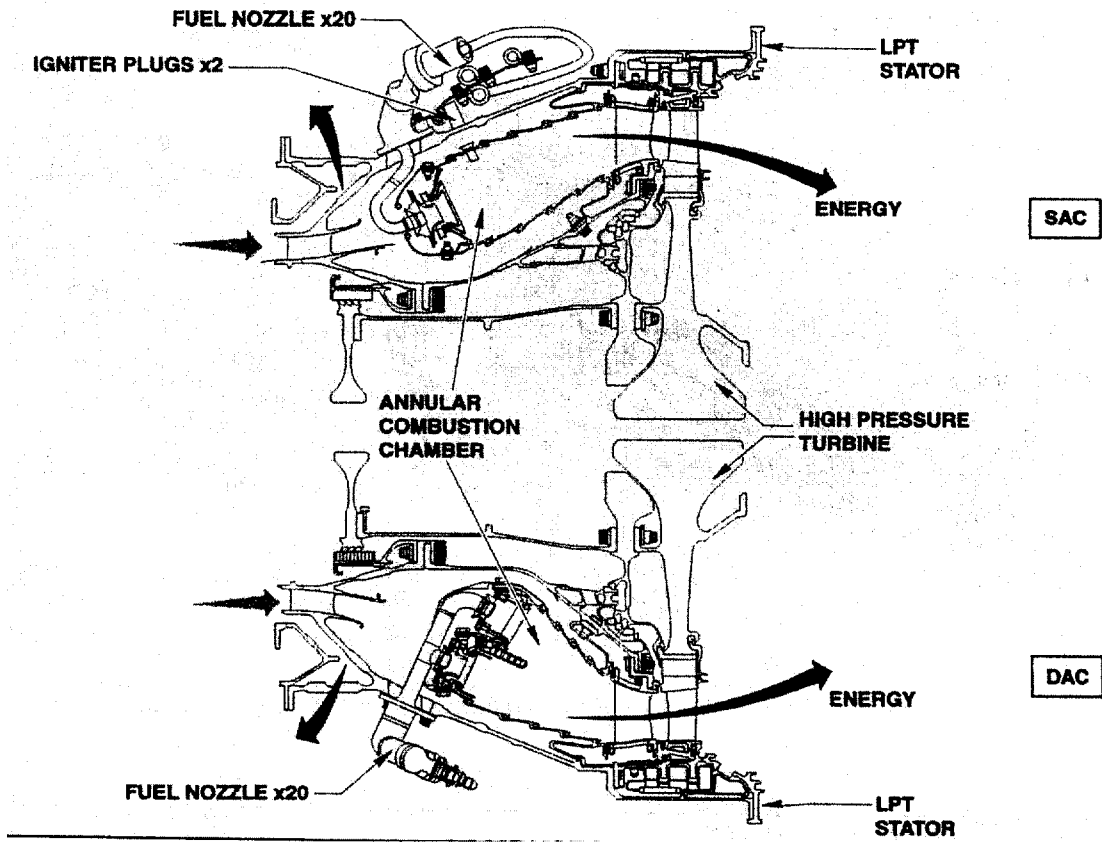
CRDP Aquitaine

NE RIEN ÉCRIRE

Annexe II



Annexe III



Annexe IV

