

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

**MAINTENANCE ET EXPLOITATION
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION JUIN 2002

**MECANIQUE DES FLUIDES
AERODYNAMIQUE
MECANIQUE DU VOL
TECHNIQUES D'UTILISATION**

DUREE : 4 h00

COEFFICIENT : 4

Note à l'attention des candidats : Les sujets de Mécanique des fluides, d'Aérodynamique et de Mécanique du vol sont indépendants et peuvent être traités dans n'importe quel ordre, cependant il existe une continuité entre les 3 sujets lorsqu'on les aborde dans l'ordre.

ETIQUETTE D'ANONYMAT A COLLER ICI

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION JUIN 2002

MECANIQUE DES FLUIDES

Durée conseillée : 1h00

Afin d'étudier l'écoulement autour d'une voilure d'avion, on place un profil d'aile dans une soufflerie BIDIMENSIONNELLE.

On donne les conditions de l'écoulement à l'infini amont :

- Vitesse, $V_0 = 80 \text{ m.s}^{-1}$
- Pression statique, $P_0 = 100000 \text{ Pa}$
- Masse volumique, $\rho_0 = 1,225 \text{ Kg.m}^{-3}$

A. QUESTIONS PRELIMINAIRES

1. Dans une soufflerie Bidimensionnelle, on dit que l'aile a une Envergure infinie. Justifier cette affirmation et expliquer en quoi cela ne représente pas réellement l'écoulement autour du profil.

Afin de réaliser une étude aérodynamique qui soit la plus proche possible de l'étude réelle, il est indispensable de respecter un certain nombre de similitudes dont celle du Nombre de Reynolds.

2. Citer au moins 2 autres similitudes à respecter :

-
-

B. NOMBRE DE REYNOLDS

1. Que représente le Nombre de Reynolds ?

2. Pourquoi est il indispensable de conserver ce paramètre ?

3. Quelles sont les solutions employées pour y parvenir ?

C. RELEVES EN SOUFFLERIE

Autour du profil, grâce à des manomètres à alcool, nous mesurons les vitesses en différents points. A partir des valeurs données dans le tableau ci-dessous,

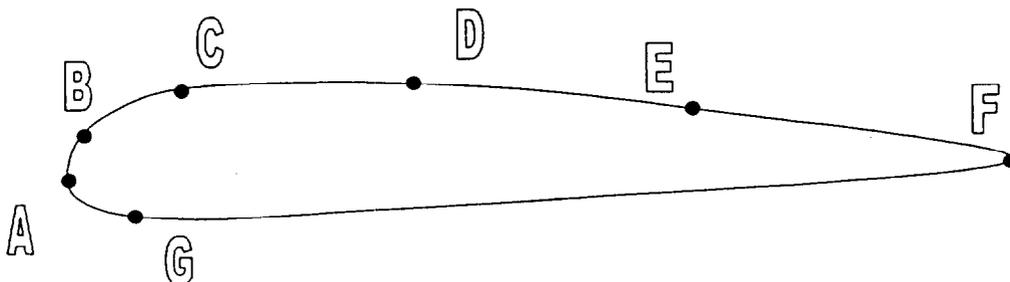
1. calculer en chaque point :

- La pression statique
- La valeur du Coefficient de Pression K_p défini au point x par :

$$K_p(x) = (P_s(x) - P_o) / (\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_o^2)$$

Point	A	B	C	D	E	F	G
Vitesse $m.s^{-1}$	0	80	110	110	95	80	65
Pression Pa							
K_p							

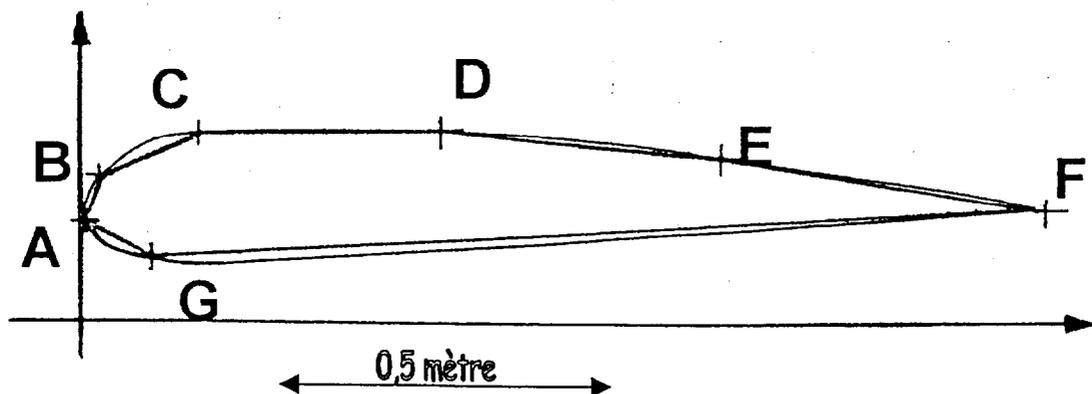
2. Tracer sur le schéma donné ci-dessous la répartition des pressions autour du profil à partir des valeurs de coefficients de Pression calculés (on prendra pour échelle 4cm pour $|K_p| = 1$)



D. CALCUL DE LA PORTANCE

En considérant que la forme du profil peut être assimilée à des segments de droite (figure ci-dessous) et que sur chacun de ces segments la pression moyenne est égale à la moyenne des pressions aux points « extrémités » du segment,

1. calculer la force de portance si la corde est de 1,45 m et l'envergure 12 m.



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION JUIN 2002

AERODYNAMIQUE

Durée conseillée : 1h00

L'étude de l'écoulement autour d'un profil d'aile dans une soufflerie Bidimensionnelle a permis d'établir les relevés suivants :

E. COEFFICIENTS AERODYNAMIQUES EN FONCTION DE L'INCIDENCE :

Incidence α	C_x	C_z	$C_{x \text{ induit}}$	$C_{x \text{ Total}}$
-8	0,02	-0,6		
-6	0,014	-0,43		
-4	0,011	-0,25		
-2	0,01	-0,08		
0	0,01	0,15		
2	0,01	0,36		
4	0,011	0,55		
6	0,013	0,75		
8	0,016	0,96		
10	0,023	1,14		
12	0,032	1,23		
14	0,045	0,82		
16	0,065	0,77		

1. Tracer sur papier millimétré la polaire de l'aile à partir des valeurs données ci-dessus. Prendre comme échelle :
 - 1 cm pour $C_z = 0,1$
 - 1 cm pour $C_x = 0,01$
2. En déduire la valeur de la finesse Max (expliquer ci-dessous votre calcul)

F. CORRECTION D'ALLONGEMENT

L'aile étudiée est de forme elliptique, de surface alaire $S = 50\text{m}^2$ et d'envergure $h = 20\text{m}$.

Dans la soufflerie Bidimensionnelle, la présence des parois latérales empêche la surpression à l'intrados de créer un écoulement transversal (tridimensionnel) et un tourbillon au saumon de l'aile.

A. Comment appelle-t-on ce phénomène réel ?

B. Quelle est son influence sur les coefficients Aérodynamiques ?

C. Donner l'expression du coefficient de Traînée Induite en précisant les différents termes.

D. A partir des relevés donnés dans le tableau précédent, déterminer pour chaque incidence la valeur du coefficient de traînée induite C_{xi} et en déduire le coefficient de traînée total C_{xt} , somme du coefficient de traînée de profil C_x et du coefficient de traînée induite C_{xi} . Compléter le tableau.

E. Tracer sur la même feuille la nouvelle polaire de l'aile, polaire qui tient compte de la correction d'allongement.

F. En déduire la nouvelle valeur de la finesse max. Conclusion.

G. MOYENS DE REDUIRE LA TRAINEE INDUITE

Quelles sont les différentes solutions employées actuellement par les constructeurs pour lutter contre la traînée induite et réduire son influence sur les coefficients aérodynamiques.

1. Pour chaque solution, développer votre réponse en précisant Avantages et Inconvénients.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION JUIN 2002

MECANIQUE DU VOL

Durée conseillée : 1h00

On considère un avion de masse 20 tonnes, de surface alaire $S = 50 \text{ m}^2$ dont la polaire de l'aile peut être assimilée à l'équation $C_x = 0,01 + 0,04.C_z^2$.
Les moteurs délivrent au sol ($Z = 0 \text{ Km}$) une poussée totale maximale de 6500 daN.

On prendra : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Les conditions de l'atmosphère Standard

H. CET AVION DECOLLE DU NIVEAU DE LA MER A SA PENTE MAXIMALE DE MONTEE.

1. Calculer les paramètres de vol Pente, Vitesse et Vario.

Du fait de la diminution de l'air avec l'altitude, la pente Max de montée diminue également avec l'altitude.

2. Donner l'expression de la pente Max de montée en fonction de l'altitude Z , soit :

$$\tan\theta_{\max}(Z) = f(Z)$$

3. Application Numérique : Calculer à l'altitude de 5 Km cette pente Max de montée ainsi que les autres paramètres Vitesse et Vario.

A cette altitude de 5 Km, le pilote affiche une incidence de vol pour laquelle la vitesse V vaut 270 m.s^{-1} .

4. Calculer la nouvelle pente de montée et le nouveau Vario. Comparer les résultats aux calculs précédents et conclure.

5. A cette nouvelle incidence, calculer l'altitude maximale qui sera atteinte ?

6. Est-ce l'altitude plafond de propulsion ? Justifier votre réponse.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
MAINTENANCE ET EXPLOITATION DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

SESSION JUIN 2002

TECHNIQUE D'UTILISATION

Durée conseillée : 1h00

Une compagnie aérienne possède les avions suivants, tous de type CARJ.

Immatriculation	Version	Masse à vide équipée (kg)	Index à vide
F-GLIA	50 Y	13 841	66,8
F-GLIB	50 Y		
F-GLIC	50 Y	13 617	69,4
F-GPYA	50 Y	13 609	68,5
F-GPYB	50 Y	13 633	67,0

L'équipage standard comprend 2 PNT et 2 PNC.

L'aménagement standard comprend 200 kg de plateaux repas et la documentation de bord.

TABLEAU DES CORRECTIONS MASSES ET INDEX

	Masse (kg)	Index
Equipage technique (2 PNT)	170	- 6,0
PNC avant	75	- 2,3
PNC arrière	75	+ 0,8
Observateur	85	- 2,8
Documentation	40	- 1,4

VARIATION D'INDEX POUR LES PLATEAUX REPAS : - 2,9/100KG

1. Il est demandé aux candidats de calculer la masse et l'index de base de l'avion **F-GLIA**

2. L'avion **F-GLIB** ayant une masse de base (D.O.W. Dry Operation Weight) de 14218 kg et un index de base (D.O.I. Dry Operating Index) de 51,8 doit effectuer un vol Nantes – Marseille dans les conditions suivantes :

- Passagers : 28 adultes, 6 enfants, 2 bébés de moins de 2 ans voyageant sur les genoux d'un adulte
- 1 Observateur volant sur le siège approprié
- Bagages : 250 kg

Le forfait utilisé est :

- Adultes : 84 kg
- Enfant de 2 à 12 ans : 35 kg

Le délestage prévu (Trip Fuel) est de 2,4 Tonnes, le carburant embarqué 3,7 Tonnes, le forfait roulage est de 0,1 Tonne.

A. Remplir la feuille de chargement et de centrage (Load and Trip Sheet-Form) en recherchant une consommation minimum, justifiez vos choix .

B. Quelle est la limitation utile ?

C. Quelle est la charge payante disponible ?

D. Quelle est la masse en opérations ?

E. Quel sera le % de MAC au lâcher des freins ?

F. Quel sera le % de MAC à ZFW (masse sans carburant) ?

Académie : _____ Session : _____
 Examen ou Concours _____ Série* : _____
 Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
 Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____
 Prénoms : _____
 Né(e) le : _____
 N° du candidat _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou le titre d'appel)

DRY OPERATING WEIGHT		MAXIMUM WEIGHT FOR	ZERO FUEL	TAKE OFF	LANDING
			1 9 9 5 8		2 1 3 1 9
CORRECTIONS		TAKE OFF FUEL		Trip Fuel	
		Allowed Weight for Takeoff or Lowest of a, b, c	2 2 9 9 5		
CORRECTED DOW		OPERATING WEIGHT			
TAKEOFF FUEL Taxi		Allowed Traffic Load			
OPERATING WEIGHT		Total Traffic Load			
		INDEX			
		UNDERLOAD before LMC			
Dest.	N° of PAX	Infans	TOTAL	% DISTRIBUTION WEIGHT	Remarks
				1 0	PAX
		Tr			
		B			
		C			=PAX/
		M			
		T			
Tr : transit B : bags C : cargo M : mail T : total					
TOTAL	Passenger weight				
TOTAL TRAFFIC LOAD					Corrected DOW
Dry Operating Weight					
ZERO FUEL WEIGHT					
Max. 1 9 9 5 8					
Takeoff Fuel					
TAKEOFF WEIGHT					
Max. 2 2 9 9 5					
Trip Fuel					
LANDING WEIGHT					
Max. 2 1 3 1 9					

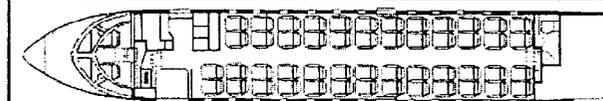
CARJ

VERSION 50 Y

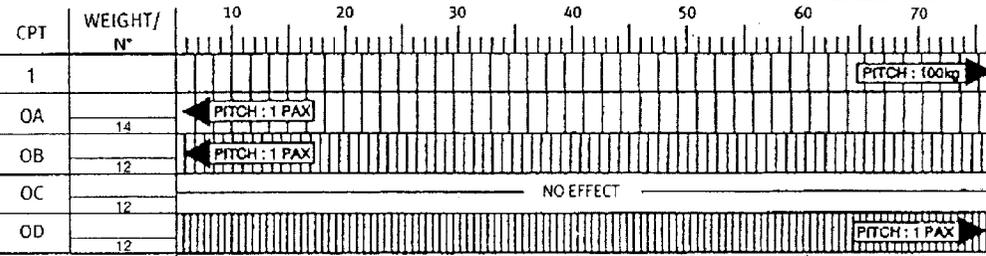
Load & Trim Sheet - Form

PASSENGER COMPARTMENT DIVISION

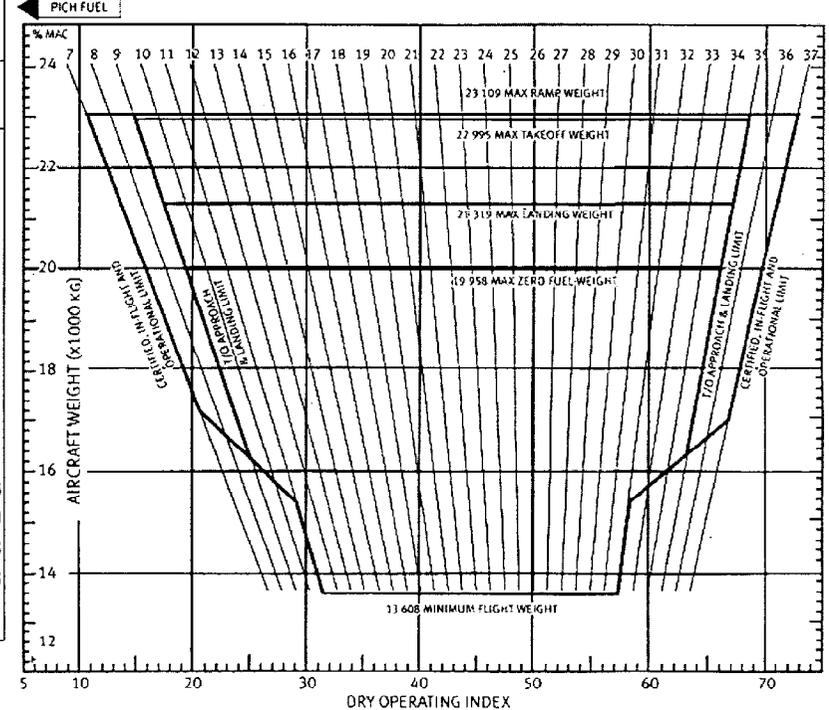
COMPARTMENT	0A	0B	0C	0D	1
N° OF SEATS	14	12	12	12	
ROW	1 2 3 4	5 6 7	8 9 10	11 12 14	



CORRECTED DOI



WEIGHT (kg)	Δ IDX
1200	-3.92
1600	-4.80
2000	-5.45
2400	-5.89
2800	-6.20
3200	-6.32
3600	-6.25
4000	-6.01
4255	-5.44
4400	-6.28
4800	-8.37
5200	-10.46
5600	-12.59
6000	-14.78
6400	-17.28
6488	-17.91



MAC at TOW