

SESSION 2006

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2- TECHNOLOGIE (U2)**  
**CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF**  
**option : MS- Avionique**

1- DOSSIER TECHNIQUE

2- DOSSIER SUJET – REPONSES

SESSION 2006

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2- TECHNOLOGIE (U2)**  
**CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF**  
**option : MS- Avionique**

**DOSSIER TECHNIQUE**

CE DOSSIER EST COMPOSE DE 26 FEUILLES DE DT 1 à DT 26

SESSION 2006

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2- TECHNOLOGIE (U2)**  
**CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF**  
**option : MS- Avionique**

**DOSSIER TECHNIQUE**

CE DOSSIER EST COMPOSE DE 26 FEUILLES DE DT 1 à DT 26

## ATA 34

### ELABORATION ET UTILISATION DE PARAMETRES AIR

<b>1</b>	<b>DESCRIPTION DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>2</b>
1.1	CIRCUITS ANÉMOBAROMETRIQUES.....	2
1.2	CENTRALES AÉRODYNAMIQUES.....	3
1.2.1	Généralités .....	3
1.2.2	Sorties.....	3
1.3	RÉPÉTITEURS D'ALTITUDE.....	4
1.4	BOÎTIER D'AFFICHAGE.....	4
<b>2</b>	<b>FONCTIONNEMENTS .....</b>	<b>5</b>
2.1	CENTRALES AÉRODYNAMIQUES.....	5
2.1.1	Elaboration des paramètres .....	5
2.1.2	Auto-surveillance.....	8
2.1.3	Autotest.....	9
2.2	RÉPÉTITEUR D'ALTITUDE COPILOTE, 36F .....	9
2.3	ALERTE D'ALTITUDE.....	10
<b>3</b>	<b>INSTRUMENTATION .....</b>	<b>11</b>
3.1	ALARMES ASSOCIÉES AUX ANÉMOMACHMÈTRES.....	11
3.1.1	Alarme train non sorti .....	11
3.1.2	Alarme VMO/MMO.....	11
3.1.3	Test VMO / MMO .....	11
<b>4</b>	<b>PARAMÈTRES AIR ET AMORTISSEUR DE LACET.....</b>	<b>12</b>
4.1	DESCRIPTION DU SYSTÈME AMORTISSEUR DE LACET.....	12
4.2	FONCTIONNEMENT.....	12
<b>5</b>	<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>14</b>

#### 4 -PLANCHES

<i>Planche 01 :</i>	<i>Localisation des éléments</i>
<i>Planche 02 :</i>	<i>Circuits anémométriques</i>
<i>Planche 03 :</i>	<i>Centrales aérodynamiques 1 et 2 - Implantation</i>
<i>Planche 04 :</i>	<i>Centrales aérodynamiques 1 et 2 - Schéma synoptique</i>
<i>Planche 05-1 :</i>	<i>Centrales aérodynamiques 1 et 2 - Schéma de principe</i>
<i>Planche 05-2 :</i>	<i>Centrales aérodynamiques 1 et 2 - Schéma de principe</i>
<i>Planche 06 :</i>	<i>Autotest des centrales</i>
<i>Planche 07 :</i>	<i>Principe de l'Alerte Altitude</i>
<i>Planche 08 :</i>	<i>Anémomachmètres</i>
<i>Planche 09 :</i>	<i>Chaîne de direction- Schéma de principe</i>
<i>Planche 10 :</i>	<i>Système ATC – Schéma de principe</i>
<i>Planche 11 :</i>	<i>Système ATC - Schéma de câblage</i>

<b>BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE</b>
<b>OPTION MSA</b>
<b>EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET</b>
<b>MAINTENANCE</b>
<b>DUREE : 4 heures</b> <b>COEFFICIENT : 3</b>
<b>DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 1/26</b>

# 1 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

## 1.1 CIRCUITS ANEMOBAROMETRIQUES

(Planches 1 et 2)

Quatre sondes de pression totale transmettent de façon indépendante la pression totale aux divers instruments et équipements de navigation. Chacune de ces sondes comporte également deux prises de pression statique indépendantes.

Les divers circuits anémométriques alimentent les équipements suivants :

a) Circuit pilote  
anémomachmètre pilote, 1F  
variomètre pilote, 95F  
altimètre 92F

b) Circuit copilote  
anémomachmètre copilote, 101F  
variomètre copilote, 96F

c) Centrales aérodynamiques, CADC 1 et 2, et l'amplificateur chaîne de profondeur ARTHUR

*NOTA: ARTHUR : dispositif de la chaîne de profondeur permettant de moduler l'action du système de réaction artificiel en fonction de la vitesse et de l'altitude.*

Une prise de pression statique secours située sur le côté gauche du fuselage alimente

- a) en permanence l'altimètre 91F et un manomètre de pression différentielle cabine (affichage de la  $\Delta p$  cabine)
- b) l'instrumentation pilote et copilote lorsque les robinets statique secours « alternate » sont basculés.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 2/26	

## 1.2 CENTRALES AERODYNAMIQUES

### 1.2.1 Généralités

(Planches 3 et 4)

Les Centrales distribuent leurs informations aux répéteurs d'altitude (altimètres asservis 35F/36F) et aux différents systèmes.

Elles sont alimentées par des réseaux séparés

- 115 VAC 400 Hz (103 VA par centrale)

- 26 VAC 400 Hz

- 28 VDC (embrayages des synchros utilisés par le système vol automatique)

*Note, la liaison aux réseaux de bord est réalisée par les trois connecteurs situés sur la face arrière.*

Les centrales comprennent chacune deux capteurs de pression et quatre modules d'élaboration des paramètres de sortie (altitude, vitesse corrigée, Mach et vitesse vraie). Elles reçoivent une information de température totale des sondes 3C (CADC1) et 4C (CADC2) situées entre les cadres 03 et 04.

Elles sont autosurveillées et disposent d'un test intégré déclenché en face avant : sélecteur à deux positions « NORMAL-SELF TEST » et voyants " TEST ON " " GO-SLEW ".

### 1.2.2 Sorties

Les centrales aérodynamiques élaborent et distribuent les informations suivantes :

a) Altitude pression, distribuée par synchros transmetteurs gros AC1/2 et fins AF1/2 (C= Coarse = gros, F= Fine = fin).

*Note, l'asservissement en position des organes d'affichage des répéteurs d'altitude est réalisé par des chaînes de synchro détection double permettant d'améliorer la précision.*

b) Altitude codée pour le report automatique d'altitude vers le transponder (Répondeur ATC), codeur AD1 (Altitude Digitizer, code Gilham) voir PLANCHES 10 et 11

c) Tenue d'altitude(Altitude Hold), AH1, distribuée par un synchro embrayable

d) Vitesse verticale (Altitude Rate), AR1, distribuée par un amplificateur d'adaptation

e) Vitesse conventionnelle (corrigée), distribuée par 2 synchros transmetteurs CAS 1/2 et un transformateur linéaire (TL) CAS 3 pour adaptation de gains dans les calculateurs vol automatique

f) Tenue de vitesse conventionnelle (CAS Hold) distribuée par un synchro embrayable, CASH1

g) Mach, distribuée par un synchro transmetteur pour la fonction Mach Trim, M1 (planche 5-2)

h) Vitesse air, vraie, distribuée sous forme de deux tensions alternatives pour adaptation de gains dans les calculateurs vol automatique, TAS 1/2 (planches 4 et 5)

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 3/26	

### 1.3 REPETITEURS D'ALTITUDE

(Planches 3 et 4)

Les altimètres asservis 35 F et 36 F (étendue : -1000 / 50000 ft) recopient et affichent l'altitude standard élaborée par les centrales et corrigée en fonction du calage barométrique retenu par l'équipage (740 à 1050 hPa et 21.85 et 31.01 in.Hg), altitude corrigée ou recalée.

L'altitude corrigée ou non est transmise aux calculateurs PA/DV associés via le Boîtier d'affichage de modes 22F ainsi qu'au module Alerte altitude contenu dans ce même boîtier.

Le voyant ambre de visualisation d'alerte d'altitude situé dans le coin supérieur gauche est activé par le signal provenant du boîtier d'affichage de modes 22 F.

*Note, le répéteur copilote dispose d'une sortie potentiométrique d'altitude standard utilisée par le système de conditionnement d'air (ATA 21)*

Chaque répéteur est équipé d'un éclairage intégré blanc alimenté en 5V 400 Hz (4 ampoules).

### 1.4 BOITIER D'AFFICHAGE

(Planches 3 et 4)

Le boîtier d'affichage de modes PA/DV 22F situé sur l'auvent comprend entre autre un module Alerte Altitude qui déclenche des alarmes sonore et lumineuse (continue ou clignotante sur les répéteurs d'altitude) en fonction d'écarts donnés par rapport à une altitude sélectionnée.

Le module « vitesse » fournit à l'automanette deux signaux d'écart de vitesse élaborés à partir de l'information de vitesse instantanée fournie par chaque Centrale (domaine sélectionnable 0/400 kt pouvant être limité par butées).

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 4/26	

## 2 FONCTIONNEMENTS

### 2.1 CENTRALES AERODYNAMIQUES (Planches 5-1 et 5-2)

#### 2.1.1 Elaboration des paramètres

Classiquement chaque centrale élabore à partir des pressions statique et totale et de température totale les paramètres suivants :

- altitude pression (standard),  $H_p$
- vitesse corrigée à partir de la mesure de pression dynamique,  $Q_c$
- Mach à partir des informations  $\log Q_c$  et  $\log P_s$  fournies par les modules altitude et vitesse
- Vitesse vraie à partir de l'information de température totale et du Mach calculé

##### a) Altitude

Le capteur de pression statique comporte deux capsules anéroïdes qui en fonction de leurs déformations entraînent, via un axe flexible (Flex pivot), un synchro resolver multipolaire monté en détecteur.

La recopie de position de celui-ci s'effectue de façon classique par un servomécanisme (amplificateur, moteur générateur, retour d'asservissement mécanique par un second resolver monté en transmetteur). Pour tenir compte de la non-linéarité de la loi de pression en fonction de l'altitude, une came est intercalée dans la boucle de retour (came  $H_p \Rightarrow P_s$ ).

Le resolver transmetteur reçoit sur un de ces enroulements rotoriques une tension fonction de la correction de statique à apporter  $U = K \Delta P_s$  (voir erreur de statique).

*Note, un codeur placé en parallèle sur un des synchros de sortie permet la transmission de l'altitude au transponder.*

##### b) Vitesse verticale

Ce paramètre est élaboré à partir du signal tachymétrique utilisé pour l'amortissement de l'asservissement du module altitude (vitesse du moteur proportionnelle à la vitesse de variation d'altitude).

La génératrice diphasée, alimentée en 115 V 400 Hz et montée sur l'arbre du moteur, fournit une tension proportionnelle à la vitesse de rotation de celui-ci. Cette tension amplifiée :

- varie linéairement en fonction de la vitesse verticale,
- est en phase ou opposition de phase par rapport à la tension de référence suivant le sens de la variation d'altitude.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 5/26	



### c) Vitesse conventionnelle

Le principe d'élaboration et de transmission de ce paramètre est comparable à celui du module altitude avec une correction de l'erreur sur la pression dynamique introduite au niveau du resolver transmetteur ( $U=K \Delta Qc$ ).

### d) Mach

Les organes de recopie sont entraînés par un asservissement en position classique dont le comparateur d'entrée est constitué par un synchrodétecteur recevant une information  $\log Qc - \log Ps$  fournie par un synchro différentiel transmetteur (CDX).

La boucle de retour comprend une came de transformation  $M \Rightarrow \log \frac{Qc}{Ps}$  permettant de disposer d'une information mécanique représentative du nombre de Mach.

Un potentiomètre fonctionnel fournit la correction d'erreur de statique fonction du Mach aux modules d'altitude et de vitesse conventionnelle,

### e) Correction d'erreur de statique

L'erreur relative de statique est fonction du nombre de Mach (pour un même nombre de Mach cette erreur est considérée constante, quelle que soit la valeur de la pression statique).

Le signal de correction est élaboré à partir d'un autotransformateur dont le curseur se déplace linéairement en fonction du Mach calculé. L'autotransformateur est alimenté en différents points correspondant à la correction à apporter en fonction du nombre de Mach.

Les tensions à injecter sur les différents points de l'autotransformateur sont déterminées au cours des essais en vol du type d'avion concerné.

*Note, les diverses valeurs de tensions alternatives ainsi que les divers points d'accès à l'autotransformateur sont disponibles sur le connecteur arrière de la centrale aérodynamique. Les branchements sont effectués une fois pour toutes sur chaque avion d'une famille donnée (programmation matérielle, pin programming).*

### f) Correction de l'erreur sur la pression dynamique :

L'erreur sur la pression dynamique ne provient que de l'erreur sur la pression statique. Elle est élaborée à partir de la correction précédente. Un ensemble de circuits de calcul détermine la valeur de la correction à appliquer à la pression dynamique.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 6/26	

**g) Calcul de la vitesse vraie (air)**

Ce paramètre est obtenue sous forme d'une tension continue aux bornes d'un potentiomètre alimenté par une tension représentative de la température totale,  $k\sqrt{Tt}$ , et dont le curseur est entraîné selon une loi non linéaire en fonction du nombre de Mach

Note,  $k = 20,05$  voir calcul de la célérité du son et  $Ts = \frac{Tt}{1 + 0,2M^2}$

*La vitesse vraie est donc fonction de la température totale et du Mach*

La résistance variable en fonction de la température d'impact ou totale constituant l'élément sensible des sondes varie en fonction de cette température selon une loi connue.

Les résistances du pont d'entrée de la centrale sont calculées de façon telle que la tension de sortie en fonction de la résistance de sonde, soit fonction de  $Tt$ . Ceci peut être obtenu pour une plage donnée de températures. Cette plage est suffisamment étendue pour correspondre aux températures usuelles de fonctionnement.

## 2.1.2 Auto-surveillance

La centrale aérodynamique est équipée de modules de surveillance qui vérifient en permanence le bon fonctionnement de tous les modules d'élaboration des paramètres à l'exception des capteurs.

### a) Modules altitude et vitesse conventionnelle

Surveillance permanente :

- des alimentations

- du niveau du signal d'erreur à l'entrée des amplificateurs d'asservissement qui doit rester inférieur à un seuil préétabli pendant plus de quatre secondes.

*Note, cette temporisation évite les déclenchements intempestifs de l'auto-surveillance lors des vols avec turbulences. Dans ce cas en effet, l'asservissement n'est pas assez rapide pour suivre les variations brutales de pression.*

### b) Chaîne de Mach

Surveillance du niveau du signal d'erreur à l'entrée de l'amplificateur d'asservissement

### c) Chaîne Vitesse vraie

Surveillance de la transformation continu / alternatif de l'information de vitesse vraie

Les alarmes avertissant les systèmes utilisateurs des paramètres air sont élaborées à partir des signaux issus des différents modules de surveillance.

**NOTA :**

*En cas de panne détectée par l'auto-surveillance du circuit d'altitude, le commun du codeur d'altitude est coupé pour éviter la transmission au sol par le transponder d'une altitude avion erronée.*

*En cas de panne des circuits de calcul du Mach, la correction d'erreur de statique est ramenée à une valeur nulle.*

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 8/26	

### 2.1.3 Autotest

Planches 3, 5-1, 5-2 et 6

Lorsque le sélecteur présent en face avant est positionné sur SELF TEST, des tensions calibrées préréglées sont injectées sur l'entrée des amplificateurs d'asservissement des modules d'altitude et de vitesse conventionnelle. Ces tensions imposent une rotation donnée des systèmes de recopie correspondants.

Les servomoteurs s'arrêtent lorsque les capteurs de pression fournissent une tension de valeur identique mais opposée.

Les deux conditions suivantes commandent l'allumage du voyant SLEW :

- détection d'une panne par les modules de surveillance (les tensions de commande des servomoteurs issues des capteurs n'étant pas annulées par les asservissements),
- détection d'une vitesse verticale par le circuit correspondant (voir détecteur de niveau planche 6).

Le voyant GO est commandé

- a) par comparaison entre la valeur de la TAS calculée (à partir des valeurs simulées des pressions statique et dynamique et de température totale) et sa valeur en sortie du module (voir détecteur de niveau planche 6),
- b) par la détection d'états de panne par les modules de surveillance.

## 2.2 REPETITEUR D'ALTITUDE COPILOTE, 36F

(Planche 5)

Le répéteur est principalement composé d'un système qui recopie l'altitude fournie par la centrale aérodynamique : celle-ci est distribuée par deux synchros « gros » et « fin » (AC1 et AF1) aux deux transolvers T1 et T2 du répéteur.

La recopie de position s'effectue de façon classique. Néanmoins, pour tenir compte de la nécessité du recalage, un différentiel est intercalé entre le moteur d'asservissement et les transolvers T1 et T2\*, l'un des arbres d'entrée de ce différentiel étant entraîné par le bouton de recalage barométrique.

*\* Transolver : synchromachine comparable à un synchro détecteur (ou comparateur) dont le rotor porte un enroulement dit de surveillance faisant un angle de 90° avec l'enroulement de commande sur lequel est prélevé le signal d'écart d'asservissement.*

Un module de surveillance contrôle :

- la présence de la tension d'alimentation
- la présence d'un signal de validité en provenance de la centrale, 34F,
- l'exactitude de la recopie par contrôle de la tension d'entrée de l'amplificateur d'asservissement,
- l'alimentation des synchros transmetteurs AC1/AF1 (34F) par mesure du signal prélevé sur les enroulements de surveillance de T1 et T2.

Tout défaut constaté sur l'un ou l'autre de ces paramètres entraîne l'apparition du drapeau d'alarme venant masquer le compteur d'altitude.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 9/26	

## 2.3 ALERTE D'ALTITUDE

Planches 5-1, 5-2 et 7

Le système d'alerte d'altitude est destiné à avertir le pilote du passage de l'avion au voisinage d'une altitude de consigne généralement communiquée par le contrôleur au sol. Cette altitude doit être affichée sur le boîtier d'affichage de modes 22F.

Le module Alerte altitude de ce boîtier commande une alarme sonore et une alarme lumineuse sur les répéteurs d'altitude pour tout écart par rapport à l'altitude sélectionnée selon deux seuils ajustables en atelier :

- a)  $\Delta Z_2$ , seuil réglable entre 500 ft et 1500 ft pour les plages dites "d'approche" précédant le point de capture
- b)  $\Delta Z_1$ , seuil réglable entre 200 ft et 800 ft pour les plages dites "de capture" délimitées par le niveau sélectionné

L'information d'alerte est élaborée par l'installation anémométrique pilote.

La centrale aérodynamique 1 transmet l'altitude instantanée au répéteur pilote 35F. L'altitude recalée est ensuite transmise par le répéteur au boîtier d'affichage de modes 22F par une double chaîne de synchro (synchros transmetteurs gros / fin).

Les synchros détecteurs (comparateurs) du boîtier 22F élaborent un signal d'écart d'altitude ( $\Delta Z$  gros et  $\Delta Z$  fin mélangés) à partir :

- a) de l'information altitude recalée issue du répéteur 35F
- b) de l'altitude de consigne entrée mécaniquement sur leur rotor par le sélecteur d'altitude du boîtier 22F.

Ce signal d'écart d'altitude est ensuite comparée dans un circuit logique aux deux seuils prédéterminés,  $\Delta Z_1$  et  $\Delta Z_2$ , pour commander

- a) l'allumage ou le clignotement des voyants d'alerte altitude des deux répéteurs,
- b) l'avertisseur sonore.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 10/26	

### 3 INSTRUMENTATION

#### 3.1 ALARMES ASSOCIEES AUX ANEMOMACHMETRES (Planche 08)

Des contacteurs optoélectroniques incorporés délivrent :

- a) un signal de commande d'alarme train non sorti, lorsque la vitesse indiquée est inférieure à 180 Kt (anémomachmètre pilote),
- b) un signal de commande d'alarme (avertisseur sonore) de dépassement de VMO et MMO.

Ces contacteurs sont commandés par une détection optique à émetteur solide infrarouge et un phototransistor.

##### 3.1.1 Alarme train non sorti

Le contact de signalisation train est commandé par un obturateur associé à l'axe de transformation du mécanisme anémométrique et venant modifier l'émission vers le phototransistor en fonction du seuil de réglage.

##### 3.1.2 Alarme VMO/MMO

Sur l'avion concerné, la VMO est de 380 Kt EAS (correspondante à une CAS de 397,6 Kt à 20000 ft). Le point de déclenchement de l'alarme VMO/MMO est donc adapté en fonction de l'altitude.

Le dispositif optique est porté par un axe tournant en fonction de la CAS. En fonction de l'altitude, un obturateur tourne entre l'émetteur et le récepteur de ce dispositif,

La forme géométrique de cet obturateur est telle que, compte tenu de son angle de rotation et de celui du dispositif optique, le déclenchement de l'alarme soit obtenu pour les valeurs désirées de CAS jusqu'à 20.000 ft et pour la valeur du MMO, au-delà de 20.000 ft.

En complément à cette alarme sonore, la limitation de VMO est représentée sur les anémomachmètres par un secteur rouge dont l'extrémité se déplace suivant la loi de variation de VMO en fonction de l'altitude.

La limitation de MMO est représentée par un secteur rouge porté par le disque de Mach et barrant les valeurs de Mach supérieures à la limite MMO.

*NOTA : le relais de sortie (alarme VMO/MMO) est alimenté par toutes les valeurs de CAS < VMO + 6 Kt ou M < MMO + 0,01 de mach. Le bon fonctionnement du système est ainsi automatiquement contrôlé par l'absence d'alarmes intempestives.*

##### 3.1.3 Test VMO / MMO

Un poussoir « test » situé sur la planche de bord, permet de tester le système avertisseur sonore VMO / MMO.

BAC PROFESSIONNEL AERONAUTIQUE	
OPTION MSA	
EPREUVE E2 CONSTRUCTION ET	
MAINTENANCE	
DUREE : 4 heures	COEFFICIENT : 3
DOSSIER TECHNIQUE PAGE : DT 11/26	