

0206-AER A T

SESSION : 2002

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2 – EPREUVE DE TECHNOLOGIE  
CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF (U2)  
Option : MS-AVIONIQUE**

**DOSSIER TECHNIQUE**

CE DOSSIER EST COMPOSE DE 38 FEUILLES DE DT 1 à DT 38

DT 0138

**ATA 27**  
**COMMANDES DE VOL ELECTRIQUES**

<b>1. TABLE DES FIGURES</b>	<b>2</b>
<b>2. GENERALITES</b>	<b>3</b>
<b>3. CALCULATEURS</b>	<b>5</b>
<b>4. INTEGRATION AFCS / EFCS</b>	<b>5</b>
<b>5. ENERGIES DE SERVITUDE</b>	<b>6</b>
<b>5.1 Alimentation hydraulique</b>	<b>6</b>
<b>5.2 Alimentation électrique</b>	<b>6</b>
<b>6. PROFONDEUR</b>	<b>7</b>
<b>6.1 Généralités</b>	<b>7</b>
<b>6.2 Servocommandes</b>	<b>7</b>
6.2.1 Description	7
6.2.2 Asservissements et distribution des informations	7
6.2.3 Modes de fonctionnement	8
6.2.4 Permutations des modes et calculateurs en cas de panne	9
6.2.5 Surveillances	9
<b>6.3 Lois de profondeur</b>	<b>10</b>
6.3.1 Loi normale	10
6.3.2 Loi de contrôle de l'assiette à l'arrondi	11
6.3.3 Loi dégradée	11
6.3.4 Loi directe	12
6.3.5 Loi mécanique	12
<b>6.4 Commandes et contrôles</b>	<b>13</b>
6.4.1 Panneaux commandes de vol	13
6.4.2 Page commandes de vol ECAM SD	14
<b>6.5 Alimentations électriques</b>	<b>15</b>
6.5.1 ELAC1 et SEC1	15
6.5.2 Réinitialisation ELAC	15
6.5.3 Transfert d'alimentation ELAC2	16
<b>7. CALCULATEURS FCDC</b>	<b>16</b>
<b>8. TEST DE SERVOCOMMANDE A PARTIR DU CFDS</b>	<b>17</b>
<b>9. GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS</b>	<b>18</b>

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique  
**Épreuve E2** : construction et maintenance  
DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3  
DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 1 / 38

## 1. TABLE DES FIGURES

NUMERO	DESIGNATION	PAGE
1	ARCHITECTURE EFCS	21
2	REDONDANCES	22
3	ALIMENTATIONS HYDRAULIQUES	23
4	ALIMENTATIONS ELECTRIQUES	24
5	COMMANDES PROFONDEUR	25
6	ALIMENTATIONS ET RECOPIES SERVOCOMMANDES	26
7	ASSERVISSEMENT SERVOCOMMANDE PROFONDEUR	27
8	MODES FONCTIONNEMENT SERVOCOMMANDES	28
9	PERMUTATIONS MODES ET CALCULATEURS	29
10	SURVEILLANCES DES SERVOCOMMANDES	30
11	LOIS DE PROFONDEUR	31
12	PANNEAUX COMMANDES DE VOL	32
13	PAGE COMMANDES DE VOL ECAM SD	33
14	ALIMENTATIONS ELAC1	34
15	ALIMENTATIONS SEC1	35
16	ALIMENTATIONS ELAC2	36
17	INTERFACAGES FCDC	37
18	TABLES DECODAGE INTERRUPTION DE TEST	38

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique  
**Épreuve E2** : construction et maintenance  
DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3  
DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 2 / 38

## 2. GENERALITES

( Figure 1)

Le système de commande de vol électrique, EFCS ( Electrical Flight Control System ), de l'avion se subdivise en système et sous-systèmes.

Le système principal décrit assure les commandes de profondeur, gauchissement et direction par asservissement des gouvernes de profondeur, du plan horizontal réglable, PHR, des ailerons, des spoilers de gauchissement et de la gouverne de direction.

Les sous-systèmes assurent la commande :

- des becs et volets pour le pilotage à basse vitesse,
- des spoilers aérofreins pour les décélérations à toutes les vitesses de vol,
- des spoilers sol utilisés pour le freinage après l'atterrissage.

L'avion comporte un ensemble de cinq spoilers par demi-voilure remplissant différentes fonctions au cours du vol y compris une fonction anti-rafale, LAF ( Load alleviation function ) qu'ils partagent avec les ailerons.

Les chaînes de gauchissement et de profondeur sont commandées électriquement et assistées par les commandes de la gouverne de direction et du PHR.

Toutes les surfaces mobiles sont manoeuvrées par des servocommandes hydrauliques à l'exception du PHR, des becs et des volets qui sont actionnés par des moteurs hydrauliques.

Les ordres pilote sont transmis par des manches latéraux couplés électriquement.

Tous les ordres issus de l'équipage à travers les différentes commandes ainsi que ceux du pilote automatique sont envoyés aux 9 calculateurs numériques qui élaborent les ordres de chaque gouverne :

ELAC 1 et 2 ( ELevator Aileron Computer ), gouvernes de profondeur et ailerons.

SEC 1, 2 et 3 ( Spoiler Elevator Computer ), spoilers en normal et gouvernes profondeur et PHR en secours.

FAC 1 et 2 ( Flight Augmentation Computer ), gouverne de direction.

SFCC 1 et 2 ( Slat and Flap Control Computer), becs et volets.

Les ELAC, SEC et FAC sont mis en service à partir des panneaux supérieurs Commandes de Vol, FLT CTL, représentés en figure 12.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures                      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 3 / 38

Le pilote automatique transmet ces ordres à travers l'EFCS et ne comporte donc pas de servomoteurs propres.

L'EFCS est conçu pour permettre une identification aisée des pannes système ou composants.

L'interfaçage avec le système d'alarme, d'affichage et de test, CFDS (Centralized Fault Display System) est assuré par deux Concentrateurs de données FCDC (Flight Control Data Concentrator). Ceux-ci concentrent les données en provenance des SEC et ELAC et les transmettent vers :

- les FMGC (Flight Management & Guidance Computer, PA1 et PA2),
- les écrans ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor, écrans moteurs et alarmes, EWD et systèmes, SD),
- le CFDIU (Centralized Fault Display Interface Unit),
- le DMU (Data Management Unit, enregistrement paramètres).

## CHAINES PRINCIPALES

(figure 2)

### Gauchissement

- \* Le contrôle autour de l'axe de roulis est assuré sur chaque aile par un aileron et 4 spoilers (SPL 2, 3, 4 et 5) qui se braquent du côté de l'aile intérieure au virage.
- \* Commande en pilotage manuel : manches latéraux.
- \* Ordres de braquage issus du calculateur ELAC 1 en normal.

### Direction

- \* Le contrôle autour de l'axe de lacet est assuré par une gouverne de direction à commande mécanique.
- \* Les fonctions amortisseur de lacet, coordination en virage, trim de direction sont à commande électrique.
- \* La limitation de braquage de la direction est fonction de la vitesse (Rudder Travel Limitation, RTL).
- \* Commande mécanique : palonniers.
- \* Commande trim poste : pylône.
- \* Ordres élaborés par les calculateurs FAC 1 et 2.

### Profondeur

- \* Le contrôle autour de l'axe de tangage est assuré par deux gouvernes non liées mécaniquement et commandées électriquement.
- \* Les ordres de braquage en profondeur sont élaborés par le calculateur ELAC 2 en normal, par les calculateurs ELAC1, SEC 2, SEC 1 successivement en secours.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 4 / 38

\* Le PHR à commande électrique en normal et mécanique en secours (volants de chaque côté du pylône) assure la compensation de régime ou trim.  
Les ordres PHR sont élaborés par le calculateur ELAC 2 en normal, les calculateurs ELAC1, SEC2, SEC1 successivement en secours.

#### **Contrôle des charges aérodynamiques de la voilure, LAF**

- \* Assuré sur chaque aile par un aileron et les SPL 4 et 5, lors des rafales ascendantes.
- \* Commandes électriques automatiques.

### **3. CALCULATEURS**

Afin d'assurer la meilleure sécurité, les calculateurs sont conçus sur la base d'un haut niveau de redondance (différents types de calculateur, plusieurs calculateurs de chaque type, architectures et microprocesseurs différents).

Chaque calculateur comprend une chaîne de commande, COM, et une chaîne de surveillance, MON, physiquement séparées. Les logiciels de commande et de surveillance sont différents.

Dans chaque calculateur une chaîne de surveillance est associée à une chaîne de commande. Ces chaînes d'auto-surveillance permettent à chaque calculateur de détecter ses propres pannes (test du microprocesseur, surveillance des alimentations ainsi que des entrées et sorties).

Des séquences automatisées de test peuvent être lancées au sol lorsque les circuits hydrauliques sont mis en pression et le réseau électrique alimenté.

### **4. INTEGRATION AFCS / EFCS**

Les ELAC sont les interfaces entre le système de vol automatique, AFCS, ( PA1 et PA2 ) et les commandes de vol électriques. Ils reçoivent les informations de position des gouvernes et transmettent les données spoilers aux SEC.

Les SEC déterminent les limitations de braquage et vitesse de braquage des spoilers en fonction de la vitesse avion.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 5 / 38

## 5. ENERGIES DE SERVITUDE

### 5.1 ALIMENTATION HYDRAULIQUE

#### ( Figure 3 )

L'énergie hydraulique distribuée vers l'EFCS est fournie par trois systèmes hydrauliques indépendants identifiés par les couleurs bleu, vert et jaune.

Des valves de priorité sont installées sur les canalisations alimentant les consommateurs importants afin de préserver la priorité aux commandes de vol primaires.

Des robinets d'isolement normalement ouverts sont utilisés lors des opérations de maintenance pour la localisation des fuites.

Chaque aileron et gouverne de profondeur est manoeuvré par 2 servocommandes alimentées par les circuits bleu, vert et jaune.

Chaque Spoiler est manoeuvré par une servocommande.

La gouverne de direction est actionnée par 3 servocommandes alimentées chacune par un circuit différent. Le circuit jaune gouverne de direction comporte une valve de sécurité destinée à le protéger contre les fuites importantes.

Le PHR est actionné par deux moteurs hydrauliques alimentés par les circuits vert et jaune.

### 5.2 ALIMENTATION ELECTRIQUE

#### (Figure 4)

L'alimentation électrique de l'EFCS est assurée en fonctionnement normal par le 28 Vcc des bus DC2 (2PP), DC ESS (4PP) et DC shed. ESS (8PP) normalement alimentées par DC1 (1PP).

En cas de perte totale du réseau électrique principal, le générateur de secours alimente automatiquement les équipements critiques.

En secours l'alimentation d'une partie des calculateurs est assurée par les barres 401PP et 801PP reliées au générateur de secours entraîné par le circuit hydraulique bleu.

Ce circuit est mis en pression par une turbine sortie automatiquement dans le vent relatif, Ram Air Turbine, RAT.

Les calculateurs disponibles en configuration secours sont les suivants :

ELAC1, SEC 1, FCDC1, FAC1, SFCC1, moteur 2 du PHR.

Lors de la sortie de la RAT et jusqu'au retour de la pression hydraulique dans le circuit bleu :

\* la batterie 1 alimente les ELAC1 et SEC1 (un relais de configuration sol/vol interrompt cette alimentation 30 secondes après l'arrêt du second moteur),

\* la batterie 2 alimente l'ELAC2 et le moteur 1 du PHR par un relais secours.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 6 / 38

## **6. PROFONDEUR**

### **6.1 GENERALITES**

#### **( Figure 5)**

Les commandes de profondeur sont exécutées par le PHR ( THS ) et deux gouvernes de profondeur non liées mécaniquement et articulées sur le PHR.

Chaque gouverne est actionnée par deux servocommandes alimentées de manière indépendante et commandées électriquement.

Le braquage des surfaces est fonction des signaux des manches élaborés par les calculateurs de l'EFCS.

Chaque servocommande peut être commandée par 2 calculateurs :

- ELAC1 => servocommandes bleues, B, (SEC1 en secours),
- ELAC2 => servocommandes verte, G, et jaune, Y, (SEC2 en secours).

En fonctionnement normal et pour chaque gouverne, une servocommande est active et l'autre est en mode amorti. En cas de défaut ces modes sont inversés automatiquement.

En cas de perte totale de génération électrique, les servocommandes passent automatiquement en mode centré et maintiennent les gouvernes au neutre.

Les deux servocommandes d'une gouverne peuvent fonctionner simultanément en cas d'efforts aérodynamiques trop importants.

Le retour d'asservissement et la surveillance de position des servocommandes sont assurés par des Transformateurs Différentiels Rotatifs, RVDT.

Les ordres de pilotage automatique issus des FMGC sont automatiquement intégrés par les ELAC.

### **6.2 SERVOCOMMANDES**

#### **6.2.1 Description**

##### **( Figure 6 )**

Chaque servocommande comprend :

- Une servo-valve équipée d'un transmetteur de position de type LVDT.
- Deux électrovannes EV1, EV2, permettant le changement de mode amorti / actif.
- Trois transmetteurs de position servocommande, RVDT.

#### **6.2.2 Asservissements et distribution des informations**

##### **( Figures 6 et 7)**

Les alimentations des différents équipements de chaque servocommande proviennent des calculateurs associés ( servocommandes bleues, ELAC1 et SEC1, et servocommandes verte et jaune, ELAC2 et SEC2).

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 7 / 38



Ces alimentations traversent des relais internes aux calculateurs :

- K10 - K11 pour la servo-valve (ouverts si défaut servo-valve ou de retour d'asservissement ou B/P calculateur sur OFF),
  - K20, K21, K22 et K23 \* pour les LVDT et RVDT (ouverts si défaut servocommande ou B/P calculateur sur OFF ou servocommande correspondante au calculateur en mode amorti).
- \* Relais non représentés sur les figures de référence.

Pour leur chaîne de surveillance « MON » les calculateurs prennent l'information de position gouverne sur la servocommande qui ne leur est pas associée (ex.: ELAC2 servocommande bleue). Ils sont renseignés également sur le mode fonctionnement de cette servocommande (LVDT MODE).

Les chaînes de commande « COM » des calculateurs réalisent pour les gouvernes de profondeur trois fonctions principales :

- génération des courants de commande,
- surveillance de ce courant par boucle interne de retour,
- logique d'engagement de l'asservissement,
- surveillance du transmetteur du tiroir sélecteur de mode.

Dans la chaîne « MON » de ces calculateurs, la surveillance de l'asservissement repose sur le contrôle de la position correcte du tiroir sélecteur de mode ( comparaison entre le courant de commande de servo-valve issu de la chaîne « COM » et la position du tiroir sélecteur de mode reçue par la chaîne « MON »).

### 6.2.3 Modes de fonctionnement

(Figure 8)

Les servocommandes peuvent fonctionner selon trois modes : actif, amorti et recentrage.

Pour chaque servocommande, l'alimentation d'une seule électrovanne de mode suffit à la faire passer du mode actif au mode amorti.

#### a) Mode actif

La servovalve, SV, est commandée par un ELAC ou un SEC et la servocommande manoeuvre la gouverne. Les calculateurs reçoivent une information de position de la servocommande ( retour d'asservissement) et son mode de fonctionnement (actif dans ce cas).

#### b) Mode amorti

La SV n'est plus commandée, l'alimentation hydraulique n'est plus nécessaire. Les deux chambres du vérin de servocommande sont en communication évitant ainsi le blocage hydraulique et permettant la manoeuvre de la gouverne par l'autre servocommande qui est passée en mode actif.

Les calculateurs reçoivent le signal de position servocommande et son mode de fonctionnement (mode amorti dans ce cas).

Nota : si les deux servocommandes d'une même gouverne sont en mode amorti, cas de la perte de deux circuits hydrauliques par exemple, la gouverne se met dans l'alignement des filets d'air (neutre aérodynamique). Au sol, la gouverne pend sous l'effet de son poids.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 8 / 38

### c) Mode recentrage

Mode de fonctionnement lié à l'impossibilité de commander au moins une des deux servocommandes d'une gouverne (ex.: panne électrique totale). Ce mode est assuré à condition qu'au moins un circuit hydraulique soit disponible.

Ce mode permet de maintenir la gouverne dans l'alignement du PHR, quelle que soit sa position. Dans ce cas les efforts aérodynamiques manoeuvrent la gouverne et par conséquent la servocommande.

## 6.2.4 Permutations des modes et calculateurs en cas de panne

La **figure 9** montre toutes les configurations possibles sur l'axe de tangage (gouvernes et PHR). En fonctionnement normal, la profondeur est commandée par ELAC2, E2, servocommandes verte et jaune en mode actif, bleues en mode amorti.

Le calculateur actif assure le retour d'asservissement d'une servocommande et commande le mode amorti sur la servocommande adjacente.

Les servocommandes passent en mode amorti en cas de panne du calculateur qui les commande ou en cas de perte de leur circuit hydraulique. Les servocommandes en attente passent alors en mode actif.

## 6.2.5 Surveillances (Figure 10)

Les calculateurs associés à la servocommande surveillent celle-ci et mémorisent, sous forme de messages, les défauts qu'ils peuvent détecter.

Exemple :

- Si l'ELAC1 détecte un défaut du RVDT de position de la servocommande bleue (34CE3), le message "ELAC 1 OR WIRING FROM L B ELEV POS XDCR 34CE3" est présenté par le CFDS.
- Si le SEC1 détecte un défaut du RVDT de position de la servocommande bleue (34CE3), le message "SEC 1 OR WIRING FROM L B ELEV POS XDCR 34CE3" est présenté par le CFDS.
- Si l'ELAC1 et le SEC1 détectent tous les deux un défaut du RVDT de position de la servocommande bleue (34CE3), le message " L B ELEV POS XDCR 34CE3 COM E1/S1 / USE STBY XDCR" est transmis par le CFDS.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 9 / 38

## 6.3 LOIS DE PROFONDEUR

### (Figure 11)

La profondeur peut fonctionner selon cinq lois : normale, de contrôle d'assiette à l'arrondi, dégradée, directe et mécanique.

#### 6.3.1 Loi normale

Elle est utilisée uniquement en vol. Elle est constituée de la loi C\* (maintien de facteur de charge); exécutée par la fonction auto-trim. Elle possède également trois protections :

- protection d'assiette,
- protection de forte incidence,
- protection haute vitesse.

##### a) Loi C\*

La loi C\* permet d'accroître la sécurité et le pilotage par contrôle à court terme de la trajectoire. Cette loi repose sur la modulation du facteur de charge  $n_z$  intégrant des changements automatiques de trim en fonction de la vitesse, de la configuration volets et de la poussée des réacteurs.

Elle assure la stabilité longitudinale dans tout le domaine de vol et inclut des protections de survitesse et de décrochage qui ne peuvent être surpassées.

Elle permet de contrer les fortes rafales descendantes par commande de la poussée maximum et d'un braquage à cabrer des manches pour disposer d'un maximum de portance.

Le maintien du facteur de charge est assuré par commande des gouvernes de profondeur et du PHR ( maintien de trajectoire ). La valeur du facteur de charge à maintenir est fonction de la position du manche et est indépendante de la vitesse.

##### b) Fonction auto-trim

Elle permet d'obtenir une stabilité neutre.

Cette fonction est inhibée dans les cas suivants :

- action sur les volants de trim,
- hauteur inférieure à 50 ft sonde ( ou 100 ft si le PA est engagé ),
- facteur de charge inférieur à 0,75 ou supérieur à 1,25,
- protection haute vitesse active,
- angle d'inclinaison supérieur à 33°.

##### c) Protection d'assiette

Lorsque l'assiette atteint -15° ou 30°, ou 25° à basse vitesse, la demande du manche est progressivement inhibée pour que l'assiette ne dépasse pas ces valeurs.

Sur les PFD les symboles == verts indiquent les valeurs maximales que la protection autorise.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option avionique <b>Épreuve E2</b> : construction et maintenance DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3 DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 10 / 38
---

#### **d) Protection forte incidence**

A partir de 13° d'incidence, la stabilité devient positive (nécessité de maintenir l'action sur le manche sinon retour automatique à 13°). Cette protection est prioritaire sur toutes les autres.

A 15°, la fonction ALPHA FLOOR intervient (mise en pleine poussée automatique des réacteurs).

La fonction alpha floor est inhibée en dessous de 100 ft.

L'incidence maximum est limitée à 17°.

#### **e) Protection haute vitesse**

La vitesse ne peut dépasser  $VMO + 16 \text{ kt}$  ou  $MMO + 0,04$ .

Si ces seuils sont atteints, la protection commande une mise en cabré automatique avec un facteur de charge maximum de 1,75 pour diminuer la vitesse.

Sur l'échelle de vitesse du PFD, le symbole = vert indique la vitesse maximale que la protection autorise.

### **6.3.2 Loi de contrôle de l'assiette à l'arrondi**

Lors de l'atterrissage et à partir de 50 ft, cette loi remplace progressivement la loi C\*. Elle permet de restituer au pilote la sensation d'un arrondi classique.

### **6.3.3 Loi dégradée**

Elle remplace la loi normale en cas de panne de calculateurs commande de vol ou de périphériques nécessaires au calcul de la loi normale.

Elle est constituée de la loi C\* et des protections suivantes :

**a- Protection basse vitesse** (vitesse  $< 175 \text{ kt}$  en lisse ou  $< 143 \text{ kt}$  si volet sur position 1); elle remplace la protection d'incidence de la loi normale.

Cette protection intervient lorsque la vitesse est trop faible et dans ce cas, pour maintenir l'avion cabré, il faut maintenir le manche (perte du maintien de trajectoire),

**b- Protection haute vitesse** (vitesse  $> VMO$  ou  $MMO$ ), identique à la loi normale à la différence qu'elle peut être surpassée par action au manche.

Dans cette configuration tous les symboles verts = du PFD sont remplacés par des symboles xx ambres.

### 6.3.4 Loi directe

Elle remplace la loi dégradée en cas de panne de deux ou de trois référence inertielle, IR, dont est équipé l'avion :

- toutes les protections sont perdues,
- à chaque position manche correspond une position gouverne,
- le message USE MAN PITCH TRIM est affiché sur les PFD.

La loi C\* est progressivement remplacée par la loi directe dès la sortie du train.

Au sol, la loi directe est active et si la vitesse dépasse 70 kt, le débattement maximal des gouvernes de profondeur est limité à 20° au lieu de 30°.

A l'atterrissage, dès que l'assiette est inférieure à 2,5° pendant plus de 2,4 secondes, le PHR est automatiquement réglé à 0°.

### 6.3.5 Loi mécanique

Elle est utilisée dans le cas de panne électrique totale ou de perte de tous les calculateurs.  
Le PHR est manoeuvré uniquement par les volants de trim.  
Le message rouge MAN PITCH TRIM ONLY est affiché sur les PFD.

## 6.4 COMMANDES ET CONTROLES

### 6.4.1 Panneaux commandes de vol

( Figure 12 )

Panneaux supérieurs FLT CTL : côté gauche, trois B/P ELAC1, SEC1, FAC1; côté droit ELAC2, SEC2, SEC3, FAC2.

Chaque B/P de commande est associé à une signalisation lumineuse; OFF, blanc; FAULT, ambre; tout éteint, calculateur en fonctionnement normal.

#### - Poussoirs ELAC

ETAT B/P	CONFIGURATION EFCC	SURFACES COMMANDEES	CALCULATEUR EN ATTENTE
ELAC1 enfoncé éteint	Loi normale de contrôle latéral	Ailerons (SC bleues) Direction	ELAC2 pour Ailerons (SC vertes) Direction
	Loi directe de contrôle latérale	Ailerons (SC bleues)	ELAC2 pour ailerons (SC vertes)
ELAC2 enfoncé éteint	Loi normale de contrôle longitudinal	Gouvernes de profondeur (SC verte et jaune), PHR (moteur 1)	ELAC1 Gouvernes de profondeur (SC bleues) et PHR (moteur 2)
	Loi dégradée de contrôle longitudinal	Gouvernes de profondeur (SC verte et jaune), PHR (moteur 1)	ELAC1 Gouvernes de profondeur, SC bleues et PHR moteur 2

#### Panne d'un ELAC,

Allumage B/P partie FAULT en ambre et perte d'une chaîne de commande ailerons, profondeur, PHR, et protections.

La LAF passe en loi dégradée.

L'ELAC restant assure le contrôle longitudinal et latéral.

Diminution des capacités d'atterrissage automatique.

#### B/P relâché

Allumage B/P partie OFF en blanc, l'ELAC correspondant est coupé et se réinitialise.

Après une alarme FAULT, la partie FAULT s'éteint et le circuit d'alarme est réarmé.

Nota : l'allumage d'une alarme FAULT est accompagné des alarmes ECAM.

#### Panne deux ELAC ( FAULT ou sur OFF )

Perte de la loi normale de contrôle longitudinal, la loi dégradée élaborée par le SEC 2 devient active.

Perte de la loi normale de contrôle latéral, la loi directe élaborée par les trois SEC devient active ( SPL 2, 3, 4, 5).

Perte de la commande des deux ailerons, servocommandes en mode amorti, diminution de l'efficacité de gauchissement.

Diminution de l'efficacité de la LAF, la loi dégradée devient active.

Désengagement des PA.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

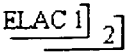
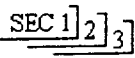
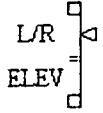
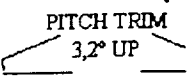
**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 13 / 38

## 6.4.2 Page commandes de vol ECAM SD (Figure 13)

Les positions des surfaces sont figurées par la page commande de vol.

Repères	Symboles	Couleurs	Signification
(2)- Circuit hydraulique vert	G	vert ou ambre	vert : pression normale
Circuit hydraulique bleu	B	vert ou ambre	ambre : baisse de pression
Circuit hydraulique jaune	Y	vert ou ambre	
(3) ELAC et SEC		vert ou ambre	vert : fonctionnement normal
		vert ou ambre	ambre : panne du calculateur correspondant ( reste ambre même après arrêt du calculateur)
(6) Gouvernes de profondeur		échelle blanche	index vert : position gouverne gauche, L, droite, R
		index vert ou ambre	index ambre : panne des deux servocommandes d'une gouverne
(7) Servocommandes de profondeur gauche Servocommandes de profondeur droite	G B	vert ou ambre	vert : fonctionnement normal
	B Y	vert ou ambre	ambre : servocommande hors service ( baisse de pression hyd., grippage, panne du ou des calculateurs associés)
(8) PHR		vert ou ambre	vert : normal ambre : baisse de pression des circuits hydrauliques vert jaune

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 14 / 38

## 6.5 ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

### 6.5.1 ELAC1 et SEC1

( Figures 14 et 15)

Les deux calculateurs sont alimentés par la bus essentielle 401PP et la barre batterie 1, 703PP.

L'alimentation par la barre batterie (703PP) est conditionnée par la position travail des relais 35CE ( ELAC1 ) et 37CE ( SEC1). Ces relais passent au repos 30 secondes après la perte du dernier circuit hydraulique ( TDO partie COM des calculateurs ) ou lorsque les B/P associés sont relâchés ( 6CE1 pour ELAC1, 5CE1 pour SEC1).

A la mise sous tension des calculateurs, un test de sécurité est déclenché. Ce test dure environ 40 secondes. Si le test n'est pas satisfaisant, les relais K30 du calculateur correspondant sont mis au repos, le voyant FAULT du B/P correspondant s'allume.

Les B/P 6CE1 et 5CE1 permettent d'engager les fonctions des calculateurs.

Les voyants FAULT s'allument en cas de panne interne des calculateurs ou d'un défaut sur certains câblages spécifiques à leur surveillance.

Le voyant FAULT ELAC1 ne s'éteint que 8 secondes environ après avoir enfoncé son B/P.

Les FCDC reçoivent des signaux d'état, discrets, correspondant à :

- l'état des calculateurs ( relais 40CE1 et 41CE1), " ELAC1/SEC1 FAILED INFORMATION ",
- la position des B/P, " ELAC1/SEC1 OFF INFORMATION ".

### 6.5.2 Réinitialisation ELAC

L'alarme ELAC FAULT ou ELAC PITCH FAULT apparaît à la mise sous tension de l'avion et lors des transitoires de durée supérieure à 25 ms.

Cette alarme correspond à l'auto-test du calculateur et dure 10 secondes environ. Elle disparaît si le test est satisfaisant.



### 6.5.3 Transfert d'alimentation ELAC2

( Figure 16)

L'alimentation de l'ELAC2 est réalisée à partir de la bus DC2 ( 204PP). En cas de perte de celle-ci, le transfert d'alimentation sur la batterie 2 est réalisé automatiquement (relais 48CE) si au moins un circuit hydraulique est en pression (relais 35 CE ou 37CE). Cette nouvelle alimentation ne dure que 30 secondes ( relais temporisé à la fermeture 50CE)

Dans cette configuration, si le circuit hydraulique bleu n'est pas en pression (mancontact 10CE1) ou si le train avant n'est pas verrouillé haut ( relais 3PH), le relais 44CE maintient l'alimentation de l'ELAC2 et du moteur 1 du PHR, THS, par la batterie 2 aussi longtemps qu'une de ces conditions est présente.

Comme pour l'ELAC1 et le SEC1, à la mise sous tension du calculateur, un test de sécurité est déclenché. Ce test dure environ 40 secondes. Si le test n'est pas satisfaisant, les relais K30 sont mis au repos.

*Contacteur*

Le B/P ELAC2, 6CE2, permet d'engager les fonctions du calculateur. Le voyant FAULT s'allume en cas de panne interne du calculateur ou en cas de défaut sur certains câblages spécifiques à sa surveillance ( action de 40 CE2 RLY ELAC2 ANN SPLY ).

Le voyant FAULT ELAC2 ne s'éteint que 8 secondes environ après avoir enfoncé son B/P.

Les FCDC reçoivent des signaux d'état, discrets, correspondant à :

- l'état du calculateur ( relais 40CE2), " ELAC2 FAULT ",
- la position du B/P ELAC2, " ELAC2 OFF ".

## 7. CALCULATEURS FCDC

( Figure 17)

Les FCDC concentrent toutes les données de vol concernant les ELAC et SEC et reçoivent une information de pression des accumulateurs LAF.

Ils sont mis en service dès la mise sous tension de l'avion.

Les deux FCDC envoient leurs informations

- à l'ECAM ( E/WD pour les messages, SD page F/CTL pour les configurations EFCS),
- au CFDS,
- aux FMGC,
- et au DMU (enregistreur de paramètres).

Ils gèrent également la signalisation de priorité manches et permettent l'affichage de la valeur de braquage des manches sur les PFD.

BAC. PROFES. « AÉRONAUTIQUE » option  
avionique

**Épreuve E2** : construction et maintenance

DURÉE : 4 heures      COEFFICIENT : 3

DOCUMENT TECHNIQUE PAGE : DT 16 / 38