

SESSION : 2005

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

E1A-ETUDE D'UN SYSTEME D'UN AERONEF (U11)
Option : MS- CELLULE

VERIN D'INCIDENCE

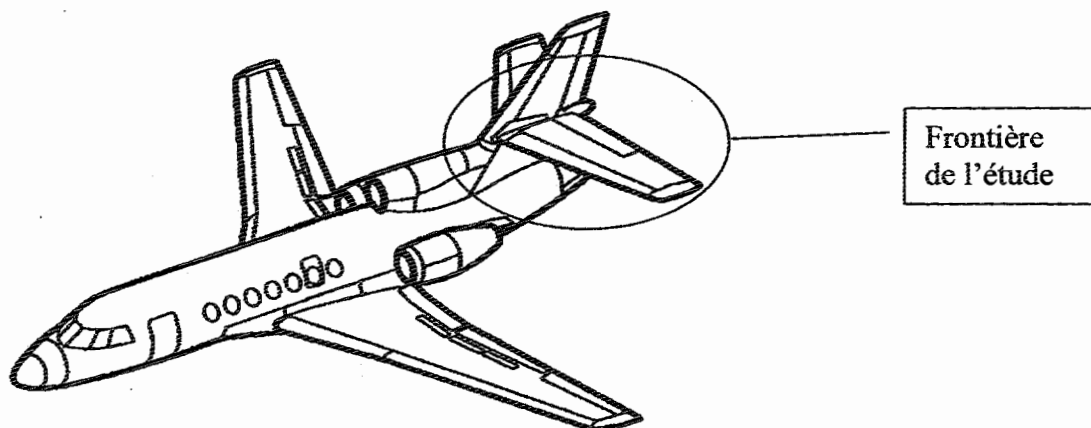
1- DOSSIER TECHNIQUE

CE DOSSIER EST COMPOSE DE FEUILLES de : *DT page 1* à *DT page 15*

MISE EN SITUATION

L'avion comporte

- un empennage horizontal réglable en incidence à dièdre négatif (meilleure qualité aérodynamique aux grandes incidences),
- un empennage vertical en flèche.



LES EMPENNAGES

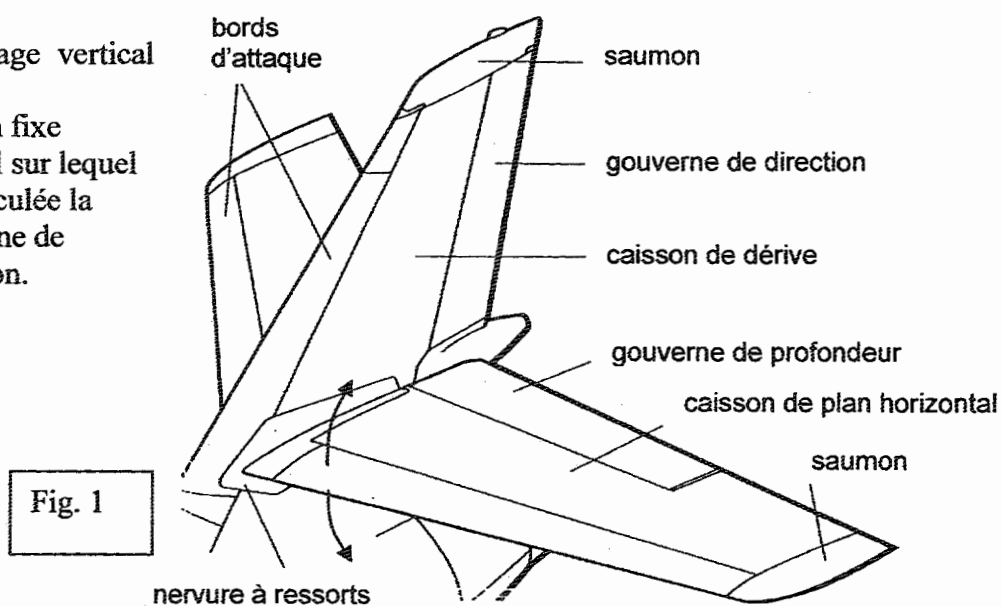
Description (fig. 1)

L'empennage horizontal comprend

- un plan mobile horizontal assurant la fonction "trim de profondeur" ; son incidence est commandée par un vérin électrique,
- deux gouvernes de profondeur,
- deux nervures à ressorts qui obturent l'espace qui existe entre le plan fixe vertical et le plan mobile horizontal, lorsque celui-ci est braqué.

L'empennage vertical comprend

- un plan fixe vertical sur lequel est articulée la gouverne de direction.



EMPENNAGE HORIZONTAL

1. Généralités (fig.1)

L'empennage horizontal est constitué essentiellement de

- un ensemble caisson de plan horizontal constituant la structure résistante,
- deux bords d'attaque amovibles,
- deux saumons amovibles,
- deux bords de fuite fixes liés au caisson de plan horizontal,
- deux gouvernes de profondeur.

Son raccordement, glissant, sur l'empennage vertical est assuré par deux nervures à ressorts.

2. Caisson de plan horizontal (planche 1 et 2)

Le caisson de plan horizontal est constitué par une structure formée d'un caisson central et de deux caissons extérieurs symétriques ; des revêtements, intrados et extrados, recouvrent l'ensemble.

Il porte les paliers d'articulation des gouvernes de profondeur.

Caisson central

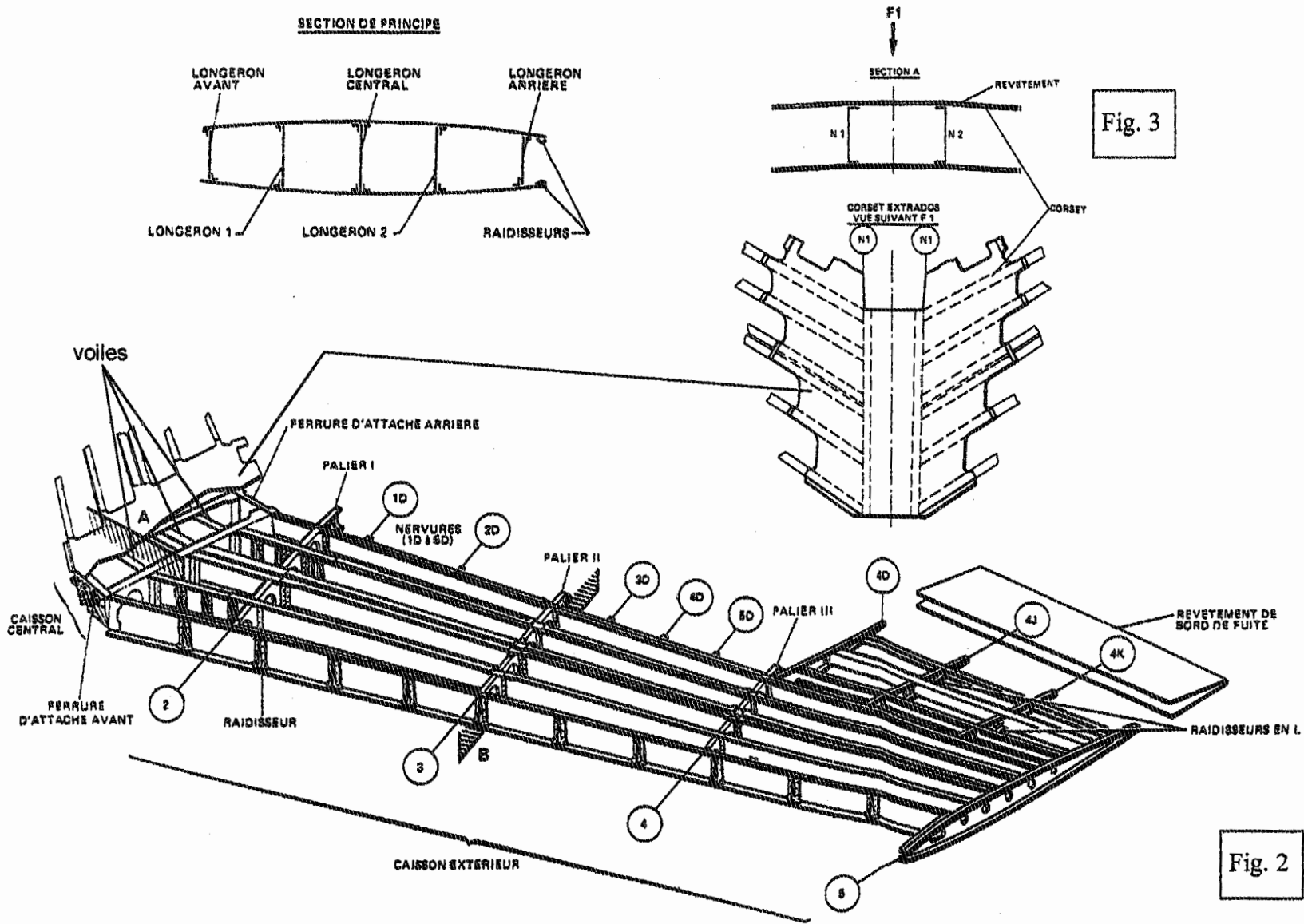
(a) Structure (fig.2 et 3)

Le caisson central est constitué de

- deux nervures usinées (N1 et N2), reliées à l'avant et à l'arrière par des ferrures d'attache également usinées,
- trois voiles qui compartimentent le caisson dans sa longueur, en correspondance avec les longerons des caissons extérieurs,
- deux nervures reliant le voile avant à la ferrure avant,
- revêtements, intrados et extrados, qui débordent sur les côtés du caisson en constituant un "corset" de liaison avec les revêtements des caissons extérieurs qui se reprennent dessus par chevauchement.

(b) Attaches du caisson central (fig. 4 et 5)

- sur le moignon de dérive
 - l'axe de liaison du vérin d'incidence
 - l'axe d'articulation du PHR
- sur la ferrure arrière
 - une chape d'articulation du plan horizontal, sur le moignon de dérive
 - les attaches des paliers de commande de profondeur,
- sur la ferrure avant
 - deux chapes d'attache du compas de liaison plan horizontal et moignon de dérive,
 - une chape d'attache du vérin d'incidence,
- à l'extrados
 - une ferrure d'attache des servocommandes de profondeur,
 - un support de guignol du relais de commande profondeur,
 - quatre ferrures d'attache du mécanisme de nervure à ressorts.



BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
 Epreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
 DUREE : 4 heures
 DOCUMENT
 COEFFICIENT : 2

DT page : 3/15

Dossier Technique

Planche 1

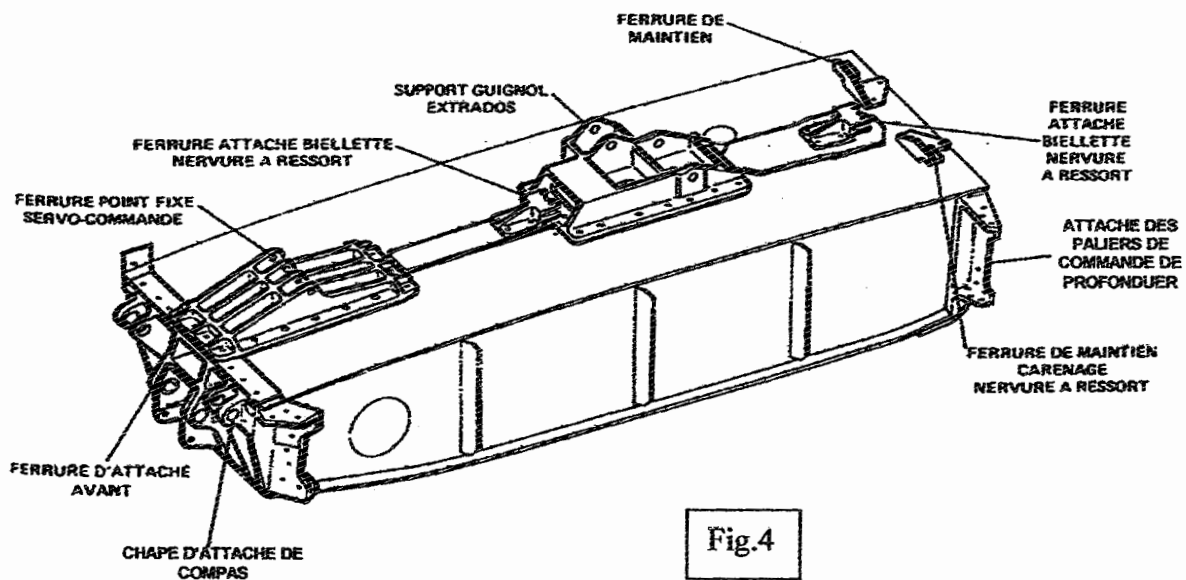


Fig.4

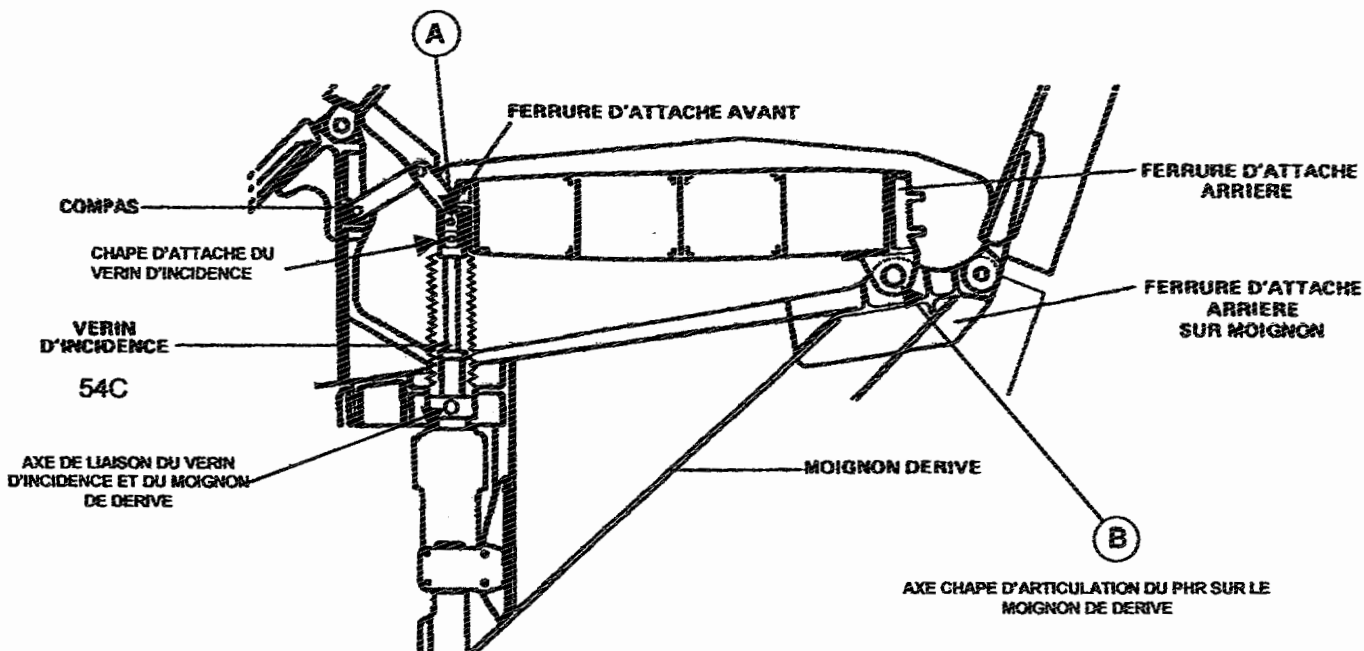


Fig.5

Planche 2

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
 Épreuve EIA : étude d'un système d'un aéronef
 DUREE : 4 heures COEFFICIENT : 2
 DOCUMENT
 Dossier Technique DT page :4/15

PLAN HORIZONTAL

Le plan horizontal assure la fonction trim profondeur, il est articulé en deux points (planche 2 fig. 4 et 5)

- à l'arrière par une ferrure solidaire du moignon de dérive,
- à l'avant par un compas articulé sur le caisson de plan horizontal et le moignon de dérive.

Commandes normales, secours et signalisation (planche 3 page 7 et planche 4 page 8)

Le plan horizontal est manœuvré par un vérin d'incidence (54C), équipé de deux moteurs électriques, un pour le fonctionnement normal, l'autre pour le fonctionnement secours ; le débattement nominal est de + 1° à - 11°, les circuits d'alimentation sont indépendants.

- En fonctionnement normal, le vérin est commandé à partir des basculeurs (55C et 56C) situés sur les volants pilote et copilote.
- En fonctionnement mode "TRIM AUTOMATIQUE" et "MACH TRIM", le fonctionnement est similaire au fonctionnement normal, les entrées "ARMEMENT" et "COMMANDE" du pilote automatique ou du mach trim se faisant en parallèle sur les circuits pilote et copilote.
- En fonctionnement secours, le vérin est commandé à partir de l'inverseur situé sur le boîtier de commande (53C) plan horizontal, trims, aérofreins.

La position du plan horizontal et son mouvement est signalé :

- Par l'indicateur de position (97C) situé sur la planche de bord.
- Par l'avertisseur sonore (52W) pour tous les mouvements de vérin, quel que soit le mode de fonction.

Au sol, par l'allumage du voyant "T/O CONFIG" si la configuration plan horizontal est hors de la plage décollage.

Fonctionnement normal

Le circuit de puissance est constitué par :

- le contacteur (57C) et un étage du relais (60C) pour la manœuvre à "PIQUER",
- le contacteur (58C) et un étage du relais (59C) pour la manœuvre à "CABRER".

Le circuit d'armement est constitué par :

- un étage des microcontacts pilote ou copilote et le relais (59C) pour la manœuvre à "PIQUER",
- un étage des microcontacts pilote ou copilote et le relais (60C) pour la manœuvre à "CABRER"

Le circuit de commande est constitué par :

- le deuxième étage des microcontacts pilote ou copilote, le contacteur (57C) et l'étage B du relais (59C) pour la manœuvre à "PIQUER",
- le deuxième étage des microcontacts pilote ou copilote, le contacteur (58C) et l'étage B du relais (60C) pour la manœuvre à "CABRER".

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule

Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

DOCUMENT

Dossier Technique

DT page :5/15

Nota :

Le fonctionnement est similaire pour les manœuvres à "CABRER" et à "PIQUER", par exemple, pour la manœuvre à "PIQUER", le pilote appuie sur le poussoir (55C1) ou le copilote sur le poussoir (55C2), ce qui commande la position travail du relais d'armement (59C) (donc la coupure du circuit de puissance à "CABRER").

L'étage B de ce relais supprime la masse sur le circuit de puissance à "piquer" et établit la masse sur le circuit de commande à "CABRER", ce qui entraîne la fermeture du contacteur à "PIQUER" (57C) d'où l'alimentation du moteur à travers le relais (60C) (en position repos).

La limitation fin de course : (planche 4 page 8 et planche 5 page 10)

- à "PIQUER" ; assurée par un microcontact (Rep. 16) incorporé au boîtier capteur de position (69C) qui coupe le retour de masse du contacteur (57C) à +1°,
- à "CABRER" ; assurée par deux microcontacts (Rep. 16) incorporés au boîtier capteur de position (69C) qui coupent le retour de masse du contacteur (58C) à -11° si la vitesse indiquée est inférieure à 200 kt et à -5° si la vitesse indiquée est égale ou supérieure à 200 kt.

Contrôle et signalisation (planche 3 page 7, planche 4 page 8 et planche 5 page 10)

- Contrôle de mouvement ; un détecteur de mouvement électromagnétique (Rep. 29 et 32), incorporé au vérin d'incidence (54C), envoie des impulsions qui sont transformées dans l'avertisseur sonore en bruit de crécelle, pour tous les mouvements de vérin, quel que soit le mode de fonctionnement.
- Contrôle de position ; la position du plan horizontal est indiquée en degrés, sur l'indicateur logométrique (97C) situé sur le pylône ; il reçoit les signaux du potentiomètre de boîtier transmetteur (69C) relié au positionneur électromagnétique (Rep 17 et 18).

Fonctionnement secours (planche 3 page 7 et planche 4 page 8)

La manœuvre de l'inverseur "STAB EMERG" sur le boîtier (53C) entraîne mécaniquement la coupure du disjoncteur situé sur le boîtier et provoque

- l'ouverture du circuit de commande normale,
- la non-alimentation du relais situé dans le boîtier (53C) qui met par son contact repos, le circuit de commande secours sous tension.

L'inverseur "STAB EMERG" placé sur "DOWN" ou "UP" alimente les enroulements du moteur secours, à travers deux microcontacts, servant de butées électriques fin de course.

| | |
|--|------------------------|
| BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule | |
| Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef | |
| DUREE : 4 heures | COEFFICIENT : 2 |
| DOCUMENT | |
| Dossier Technique | DT page :6/15 |

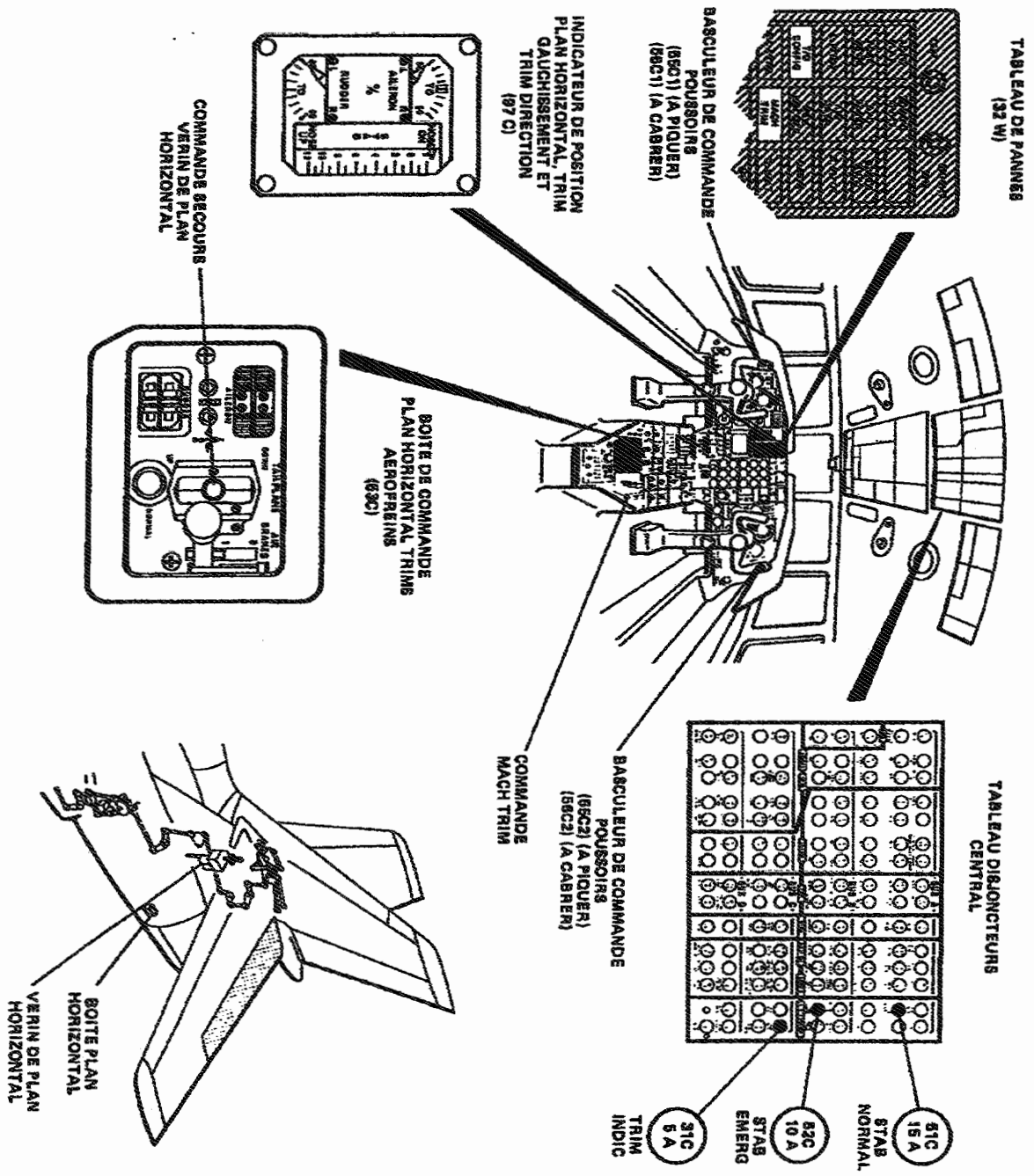


Planche 3

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures **COEFFICIENT : 2**
DOCUMENT
Dossier Technique **DT page : 7/15**

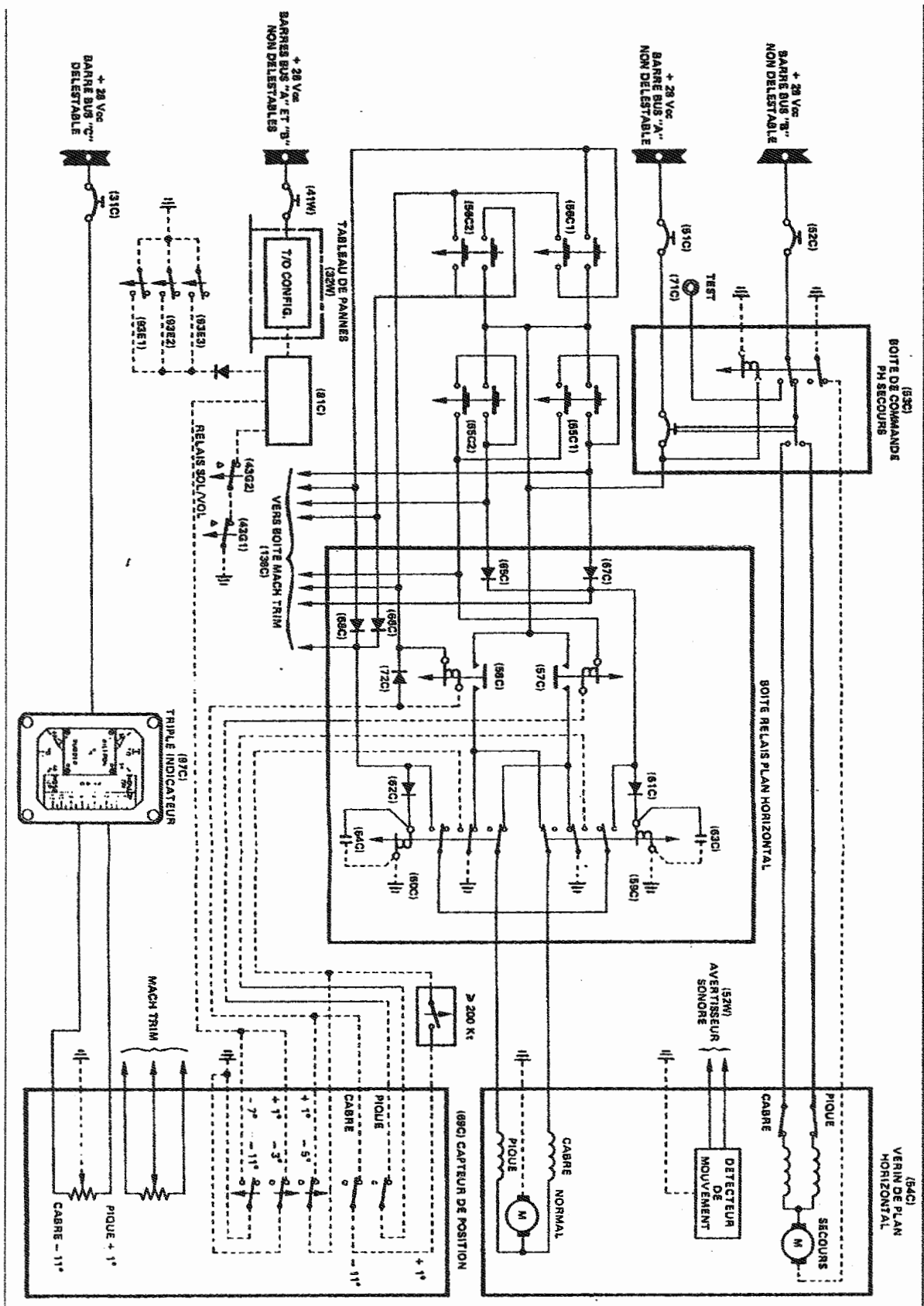
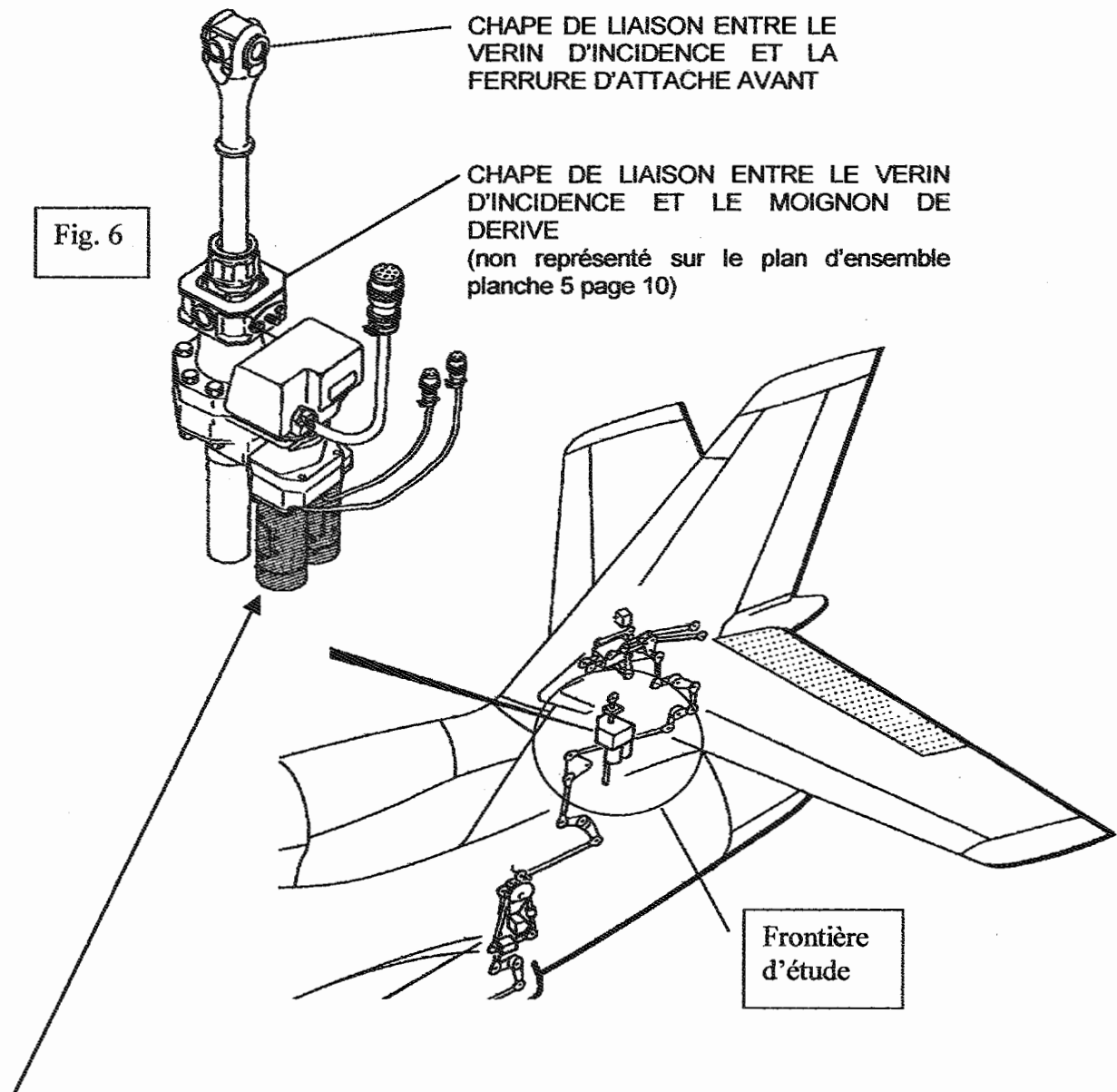


Planche 4

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
 Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
 DUREE : 4 heures COEFFICIENT : 2
 DOCUMENT
 Dossier Technique DT page :8/15

VERIN DE MANŒUVRE DU PLAN HORIZONTAL

Le plan horizontal est manœuvré par un vérin d'incidence (54C) équipé de deux moteurs électriques, un pour le fonctionnement normal, l'autre pour le fonctionnement secours.



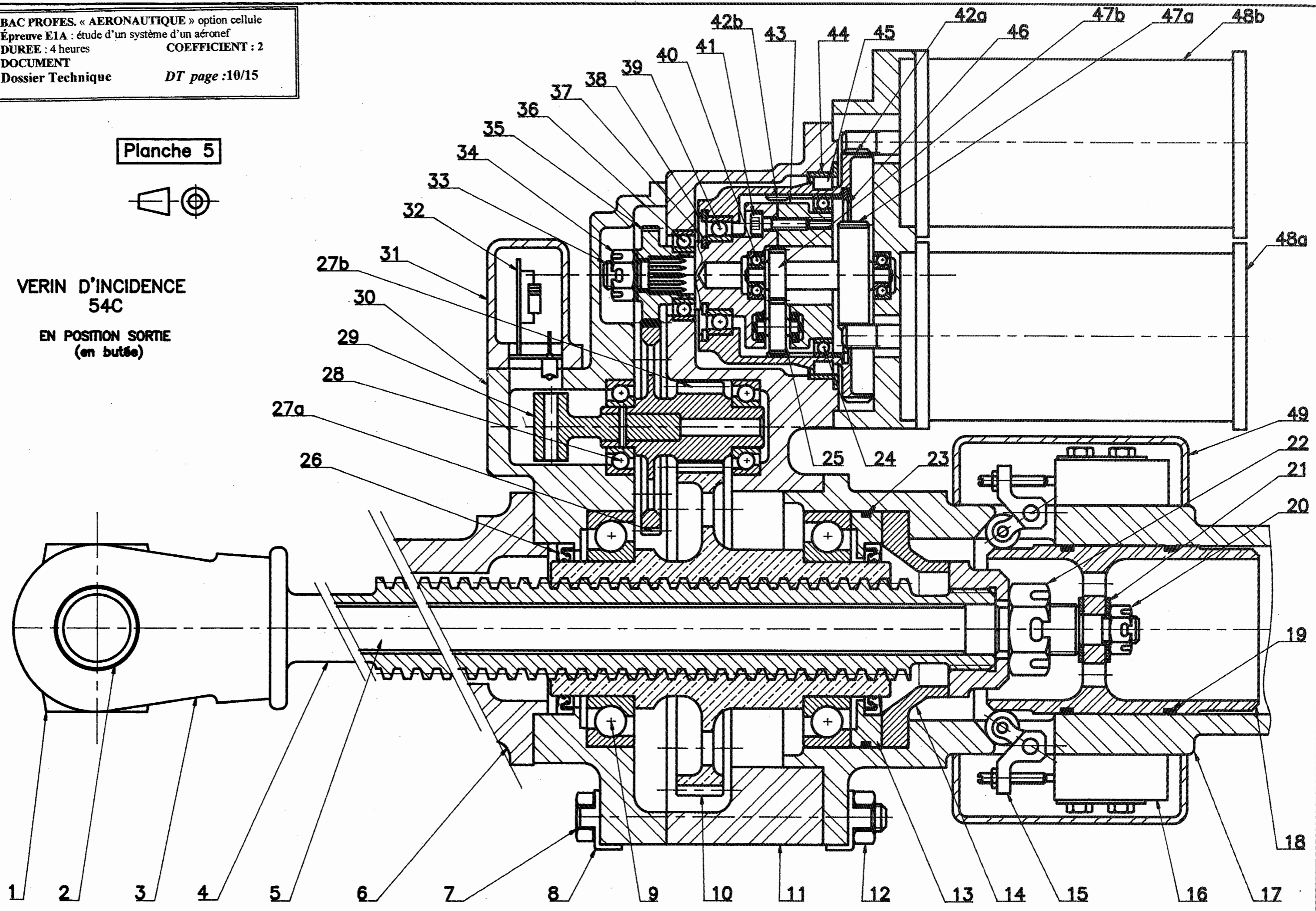
Les moteurs, d'une fréquence de rotation de 12 000 tr/min sont à deux enroulements le changement de sens de rotation s'effectue par commutation de l'un ou l'autre enroulement. La sécurité est assurée par deux relais d'armement 59C et 60C (planche 4) montés de telle façon que l'alimentation d'un enroulement implique la coupure de l'autre, lorsqu'ils ne sont pas alimentés un frein électromagnétique à manque de courant empêche toute rotation.

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DURÉE : 4 heures **COEFFICIENT : 2**
DOCUMENT
Dossier Technique **DT page :9/15**

Planche 5

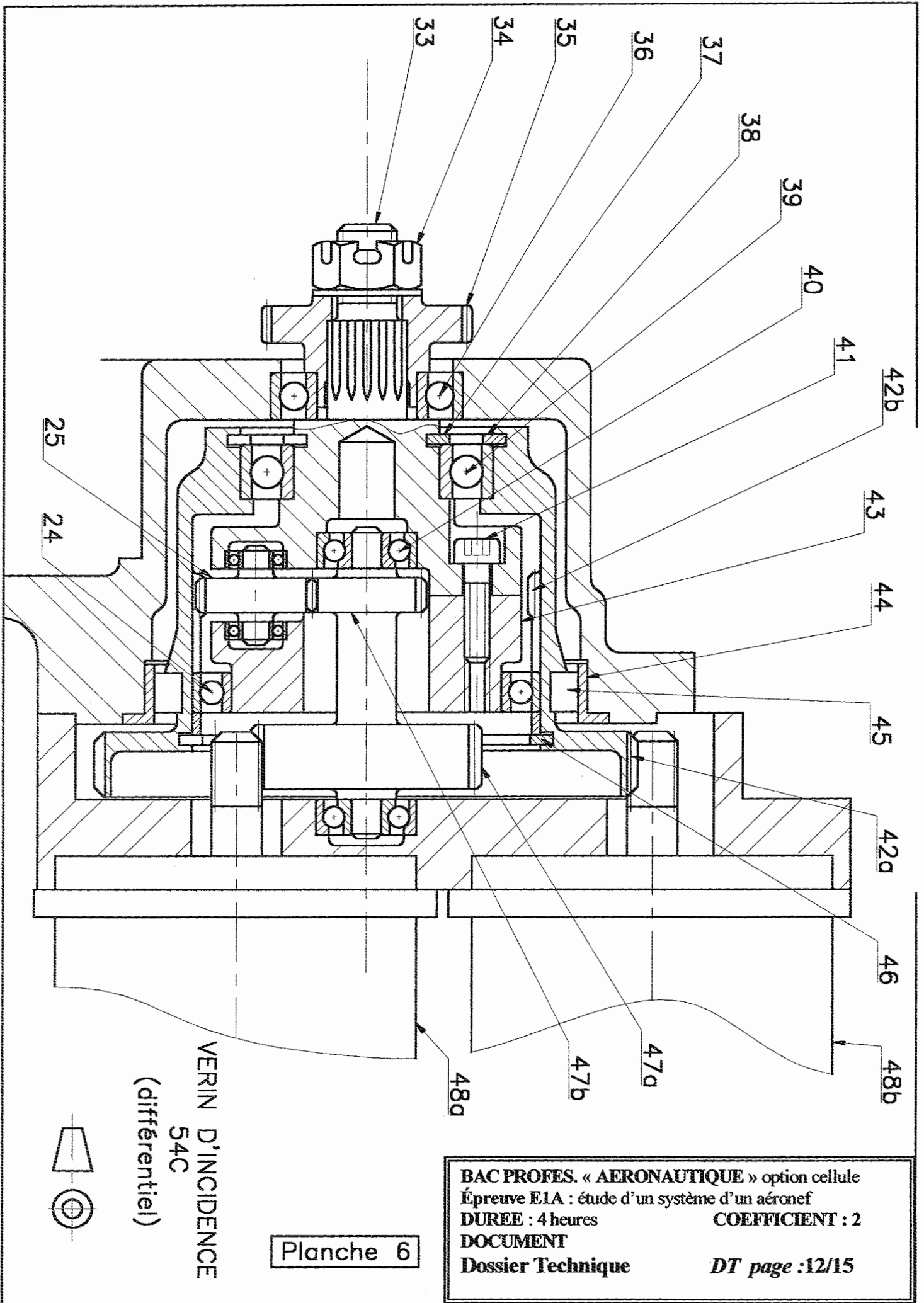


VERIN D'INCIDENCE
 54C
 EN POSITION SORTIE
 (en butée)



| | | |
|-------------|------------|---|
| 49 | 2 | CACHE CONTACTEUR |
| 48 | 2 | MOTEUR Z48a=6 (normal) et Z48b=6 (secours) |
| 47 | 1 | PLANETAIRE D'ENTREE Z47a=30 et Z47b=15 |
| 46 | 1 | ANNEAU ELASTIQUE D'ALEPAGE |
| 45 | 1 | CAGE A ROULEAUX CYLINDRIQUES |
| 44 | 1 | CHEMIN DE ROULEMENT |
| 43 | 1 | SUPPORT DE SATELLITE |
| 42 | 3 | COURONNE Z42a=72 et Z42b=45 |
| 41 | 2 | VIS CHCM5 16 |
| 40 | 1 | ROULEMENT A BILLE A CONTACT OBLIQUE |
| 39 | 1 | ROULEMENT RIGIDE A BILLES |
| 38 | 1 | ANNEAU ELASTIQUE D'ALEPAGE |
| 37 | 1 | ANNEAU ELASTIQUE D'ARBRE |
| 36 | 1 | ROULEMENT RIGIDE A BILLES |
| 35 | 1 | ROUE DE PORTE SATELLITE Z35=38 |
| 34 | 1 | ECROU A CRENEAUX ET GOUPILLE FENDUE |
| 33 | 1 | PORTE SATELLITE |
| 32 | 1 | PLATINE ELECTRONIQUE DU DETECTEUR DE MOUVEMENT |
| 31 | 1 | CARTER DU DETECTEUR DE MOUVEMENT |
| 30 | 1 | CARTER INTERMEDIAIRE |
| 29 | 1 | DETECTEUR DE MOUVEMENT |
| 28 | 2 | ROULEMENT A BILLE A CONTACT OBLIQUE |
| 27 | 1 | ROUE INTERMEDIAIRE Z27a=62 et Z27b=24 |
| 26 | 2 | JOINT |
| 25 | 3 | SATELLITE Z25=15 |
| 24 | 1 | ROULEMENT RIGIDE A BILLES |
| 23 | 1 | JOINT |
| 22 | 1 | ECROU A CRENEAUX ET GOUPILLE FENDUE |
| 21 | 2 | RONDELLE D'APPUI |
| 20 | 1 | ECROU A CRENEAUX ET GOUPILLE FENDUE |
| 19 | 2 | BAGUE |
| 18 | 1 | BUTEE MOBILE ET INDICATEUR DE POSITION |
| 17 | 1 | FOURREAU ELECTROMAGNETIQUE CAPTEUR DE POSITION |
| 16 | 4 | MICRO CONTACT DE FIN DE COURSE |
| 15 | 4 | FIN DE COURSE |
| 14 | 1 | BUTEE |
| 13 | 1 | ENTRETOISE |
| 12 | 5 | ECROU HM8 |
| 11 | 1 | CARTER PRINCIPAL |
| 10 | 1 | ECROU DE VIS DE MANŒUVRE Z10=96 |
| 9 | 2 | ROULEMENT |
| 8 | 10 | PLAQUETTE ARRETOIR |
| 7 | 5 | VIS HM8 130 |
| 6 | 1 | CARTER DE VIS |
| 5 | 1 | AME |
| 4 | 1 | VIS DE MANŒUVRE A 1 FILET A DROITE - PAS = 6 mm |
| 3 | 1 | CHAPE |
| 2 | 1 | PALIER |
| 1 | 1 | NOIX ARTICULE |
| Rep. | Nb. | DESIGNATION |

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
 Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures **COEFFICIENT** : 2
DOCUMENT
Dossier Technique *DT* page : 11/15



VERIN D'INCIDENCE
54C
(différentiel)



Planche 6

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures COEFFICIENT : 2
DOCUMENT
Dossier Technique DT page :12/15

Documentation ressource

Tolérances

| TOLERANCES POUR LES ARBRES | | | |
|--|-----------------------|------------|--|
| Condition d'emploi | Charge | Tolérances | Observations |
| Bague intérieure fixe par rapport à la direction de la charge | constante | g6 | La bague intérieure peut coulisser sur l'arbre |
| | variable | h6 | |
| Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge ou direction de la charge non définie | Faible et variable | h5 j5 j6 | La bague intérieure est ajustée avec serrage sur l'arbre. A partir de m5 utiliser des roulements avec un jeu interne augmenté. |
| | Normale | k5 k6 | |
| | Importante | m5 m6 | |
| | Importante avec chocs | n6 p6 | |

| TOLERANCES POUR LES ALESAGES | | | |
|--|-------------------------------|------------|--|
| Condition d'emploi | Charge | Tolérances | observations |
| Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge | Importante avec chocs | P7 | La bague extérieure ne peut pas coulisser dans l'alésage |
| | Normale ou importante | N7 | |
| | Faible et variable | M7 | |
| Direction de la charge non définie | Normale ou importante | K7 | |
| Bague extérieure fixe par rapport à la direction de la charge | Importante avec chocs | J7 | La bague extérieure peut coulisser dans l'alésage |
| | Normale | H7 | |
| | Normale (mécanique ordinaire) | H8 | |

Tableau indicatif d'après le Guide du Dessinateur Industriel éd. Hachette Technique

Tableau indicatif d'après Méthode Active Ed. Casteilla

| | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|
| Pour éléments isolés | Tolérances de FORME | Planéité d'une surface | |
| | | Rectitude d'un axe - d'une ligne | |
| | | Cylindricité d'un cylindre | |
| | | Circularité d'un cylindre - d'un cône | |
| | | Forme d'une surface quelconque | |
| Pour éléments associés | Tolérances de POSITION | Inclinaison | |
| | | Perpendicularité | |
| | | Parallélisme | |
| | | Localisation d'un élément | |
| | | Coaxialité ou concentricité | |
| | | Symétrie | |

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures **COEFFICIENT** : 2
DOCUMENT
Dossier Technique *DT page : 13/15*

Train épicycloïdal simple


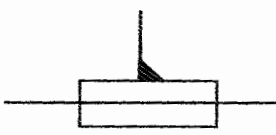



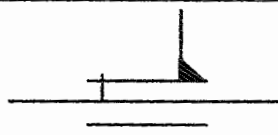
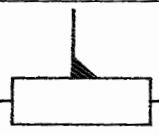



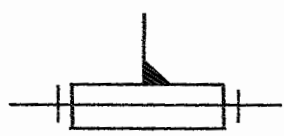
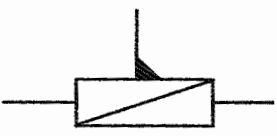
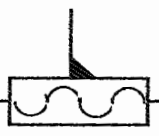

| Schéma de base | Combinaisons possibles | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---|-----------|-----|
| | Entrée du mouvement | Élément immobilisé | Sortie du mouvement | Sens de rotation des arbres de sortie et d'entrée | Rapport | |
| | P | C | P.S | Même sens | R<1 | 1 |
| | P | P.S | C | Sens inverse | R<1 | 2 |
| | C | P | P.S | Même sens | R<1 | 3 |
| | P.S | C | P | Même sens | R>1 | 4 |
| | C | P.S | P | Sens inverse | R>1 | 5 |
| | P.S | P | C | Même sens | R>1 | 6 |
| | 2 éléments bloqués ensemble | | | | Même sens | R=1 |

C=Couronne ; S=Satellite ; P=Planétaire ; P.S=Porte-Satellites ; // = Immobilisation

| schéma | rapport | schéma | rapport |
|--------|---|--------|---|
| | <p>$E = \text{entrée rotation}$ $S = \text{sortie rotation}$</p> $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_P}{Z_P + Z_C}$ <p>- même sens - réducteur</p> | | $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_P + Z_C}{Z_P}$ <p>- même sens - multiplicateur</p> |
| | $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_P}{Z_C}$ <p>- sens inverse - réducteur</p> | | $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_C}{Z_P}$ <p>- sens inverse - multiplicateur</p> |
| | $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_C}{Z_C + Z_P}$ <p>- même sens - réducteur</p> | | $\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{Z_C + Z_P}{Z_C}$ <p>- même sens - multiplicateur</p> |

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures **COEFFICIENT** : 2
DOCUMENT
Dossier Technique **DT page** : 14/15

Schémas cinématiques des liaisons entre deux solides

| Désignation | Représentation plane |
|------------------------|--|
| Liaison pivot glissant |  ou  |
| Liaison sphérique |  |
| Liaison encastrement |  ou  |
| Liaison glissière |  ou  ou  |
| Liaison pivot |  ou  ou  |
| Liaison hélicoïdale |  ou  ou  |

Extrait de tableau indicatif d'après le Guide du Dessinateur Industriel éd. Hachette Technique

Formulaire

| | |
|--|--|
| $p = \frac{F}{S} ;$ $P = C\omega ;$ $r = \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{N_s}{N_e} ;$ $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} ;$ $\sum \vec{M}_G \wedge \vec{F}_{ext} = \vec{0} ;$ | $\frac{p_2 - p_1}{\rho} + \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) = 0$ $f = \frac{C_z}{C_x} ;$ $\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_z ;$ $\ \vec{R}_x\ = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_x ;$ $\ \vec{R}_z\ = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_z ;$ |
|--|--|

BAC PROFES. « AERONAUTIQUE » option cellule
Épreuve E1A : étude d'un système d'un aéronef
DUREE : 4 heures **COEFFICIENT** : 2
DOCUMENT
Dossier Technique **DT page** : 15/15