

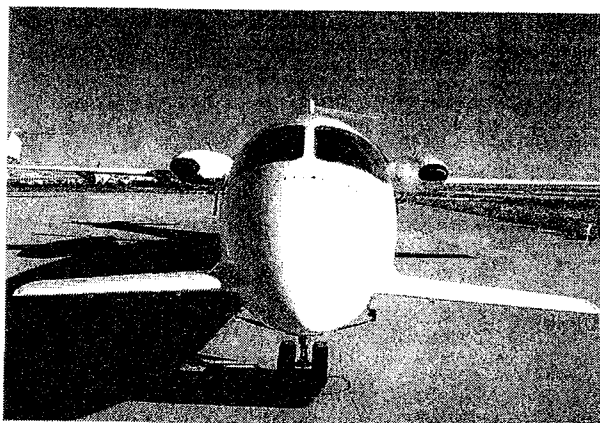
## BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL AÉRONAUTIQUE

Option : Mécanicien, systèmes-cellule

Épreuve E1 – Épreuve scientifique et technique

Sous-épreuve A – Étude d'un système d'aéronef

# VERIN ELECTROMECHANIQUE DE PLAN CANARD



# BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

## Mécanicien Systèmes et Cellules

**Session 2008**

Nature de l'épreuve : U11 E1 – A Epreuve Scientifique et technique  
Partie A : Etude d'un système d'aéronef  
Epreuve écrite ; Coefficient 2 ; Durée 4 heures

THEME SUPPORT DE L'ETUDE :

# Vérin électromécanique Plan canard

Conseils aux candidats :

Pour chaque thème, lire attentivement le sujet et se reporter, à chaque fois que cela est nécessaire aux documents ressources.

**ATTENTION CE DOSSIER CONSTITUE A LA FOIS LA DOCUMENTATION TECHNIQUE ET LE DOSSIER REPONSE.**

Vous devez répondre sur les documents pré imprimés.

**AUCUN DOCUMENT SUPPLEMENTAIRE N'EST AUTORISE**

**TOUT LE DOSSIER EST A RENDRE AVEC LA COPIE**

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 2 sur 20

**Barème de Notation :**

<b>1- Etude de l'avion sans plan de canard</b>			
Question 1-1 :	→	2 points	}
Question 1-2 :	→	2 points	
Question 1-3 :	→	2 points	
Question 1-4 :	→	3 points	
Question 1-5 :	→	2 points	
Question 1-6 :	→	2 points	
Question 1-7 :	→	1 point	
Question 1-8 :	→	1 point	
			<b>15 points</b>
<b>2- Etude de l'avion avec plan de canard</b>			
Question 2-1 :	→	1 point	}
Question 2-2 :	→	3 points	
Question 2-3 :	→	2 points	
			<b>6 points</b>
<b>3- Fonction globale du vérin électromécanique</b>			
Question 3-1 :	→	2 points	}
Question 3-2 :	→	2.5 points	
			<b>4.5 points</b>
<b>4- Lecture de dessin d'ensemble</b>			
Question 4-1 :	→	4 points	}
Question 4-2 :	→	2 points	
Question 4-3 :	→	1,5 points	
Question 4-4 :	→	1 point	
Question 4-5 :	→	1 point	
			<b>9,5 points</b>
<b>5- Modélisation du mécanisme</b>			
Question 5-1 :	→	4 points	}
Question 5-2 :	→	10 points	
Question 5-3 :	→	3 points	
			<b>17 points</b>
<b>6- Etude mécanique</b>			
Question 6-1 :	→	1 point	}
Question 6-2 :	→	2 points	
			<b>3 points</b>
<b>7- Analyse technologique</b>			
Question 7-1 :	→	1,5 points	}
Question 7-2 :	→	1 point	
Question 7-3 :	→	1 point	
Question 7-4 :	→	2 points	
Question 7-5 :	→	1 point	
Question 7-6 :	→	1,5 points	
Question 7-7 :	→	2 points	
			<b>10 points</b>
<b>8- Etude graphique</b>			
Question 8-1 :	→	9 points	}
Question 8-2 :	→	4 points	
Question 8-3 :	→	2 points	
			<b>15 points</b>
<b>TOTAL DES POINTS :</b>	<b>→</b>	<b>80 points</b>	
			<b>(à ramener sur 20)</b>

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 3 sur 20

## PRESENTATION :

L'étude portera sur un avion à turbopropulseur de transport civil de type affaires.  
Il accueille 9 passagers dans une cabine pressurisée et peut être piloté par un ou deux pilotes.  
Cet appareil est équipé d'une avionique entièrement électronique.

## Caractéristiques :

Dimensions	
Length	14.41m
Height	3.98m
Wing span	14.03m
Cabin Dimensions	
Cabin height	1.75m
Cabin width	1.85m
Cabin length	4.55m
Cockpit length	1.45m
Aft baggage compartment length	1.70m
Aft baggage compartment volume	1.25m <sup>3</sup>
Weights	
Ramp weight	5,262kg
Take-off weight	5,239kg
Landing weight	4,965kg
Empty weight	3,402kg
Maximum payload including crew	907kg
Maximum usable fuel	1,271kg
Payload with full fuel	589kg
Engines	
Type (from 2006)	2 x Pratt & Whitney Canada PT6A-66B turboprop
Thrust	1,630 thermodynamic hp each, flat rated at 850shp
Performance	
Maximum speed	732 km/h
Cruise speed at 28,000ft	724 km/h
VMO limit	482 km/h
Mach number	0.70 Mach
Maximum altitude	12,500 m

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 4 sur 20

## Plan canard

Certains constructeurs d'aéronefs par analogie avec les véhicules, la direction est déterminée par l'orientation des roues avant, ils conçurent des aéronefs dont la structure souple permettait de les diriger en roulis et par gauchissement des extrémités de la voilure principale et dans les axes de tangage et de lacet par gauchissement de plans stabilisateurs placés devant l'appareil.

A l'instar des oiseaux dépourvus de plumes rectrices efficaces qui infléchissent la trajectoire de leur vol grâce à leur bec aplati, cette forme d'avion fut appelée canard.

De plus, ils ressemblaient pour les observateurs au sol, à des canards en vol, d'où peut-être aussi leur nom.

De nos jours, un avion canard est un type d'avion possédant en plus d'un empennage conventionnel des gouvernes supplémentaires situées à l'avant du fuselage appelées plans canard.

La commande des plans canard sur les avions volant à très haute vitesse et manœuvrabilité (tels que les chasseurs à réaction) ne peut s'effectuer que par le biais d'un calculateur.

### Avantages

La surface du plan canard produit normalement une portance positive (vers le haut) qui s'ajoute à celle produite par les ailes alors qu'un empennage classique produit une portance vers le bas, annulant une partie de celle produite par l'aile principale.

Une bonne conception du plan canard permet de protéger l'appareil contre le décrochage.

Cette surface décroche en premier, l'aéronef pique alors du nez, évitant le décrochage de l'aile principale.

Le plan canard peut parfois permettre une plus grande variation du centre de gravité.

L'utilisation des plans canard va de pair avec celle des ailerons, stabilisateurs et élévons, ces derniers permettent d'augmenter la vitesse de tangage.

### Inconvénients

Les ailes se trouvent à l'arrière des surfaces canard ce qui réduit leur efficacité.

Cette configuration rend difficile l'installation de volets sur l'aile. Le déploiement des volets provoque le piqué du nez de l'appareil. Sur un aéronef conventionnel, cet effet est grandement compensé par l'augmentation de la portance créée par l'empennage qui produit l'effet contraire et restaure l'attitude de l'appareil. Avec une configuration canard, il n'y a pas d'empennage pour supprimer cet effet. Le Beechcraft Starship tente de résoudre le problème avec un plan canard à géométrie variable. La surface s'incline vers l'avant pour compenser l'effet causé par le déploiement des volets; malgré cela, beaucoup de configurations canard ne comportent pas de volets.

Dans le but d'obtenir une bonne stabilité longitudinale, la plupart des configurations canard opèrent avec une surface ayant un haut coefficient de portance, alors que l'aile principale, bien que beaucoup plus large, opère avec un coefficient plus petit et n'atteint jamais son potentiel de portance maximal. Ces deux facteurs rendent les distances de décollage et d'atterrissage plus longues à des vitesses plus grandes que sur un aéronef conventionnel.

Seul le format A3 en fin de dossier est valable en terme d'échelle.

23	2	Ecrou H M3		percées
22	2	Ecrou H M6		
21	2	Chape	C35	
20	4	Vis tête bombée M 3×8	55Si7	
19	1	Support de capteur de position ponctuelle	C35	
18	1	Support de capteur de position Linéaire	C35	
17	2	Tige filetée	25 Cr Mo 4	Pas = 1.5 mm
16	1	Fourche	C35	
15	6	Vis tête cylindrique		NAS1100-0204
14	1	Chapeau usiné	AS5GT	
13	1	Pignon moteur	C 35	
12	8	Pion		
11	4	Roulement	100Cr6	
10	1	Potentiomètre		
09	2	Vis tête cylindrique		NAS1100-0212
08	2	Pignon secondaire	C 35	m=1
07	2	Ecrou	16 Ni Cr 6	Pas = 1.5 mm / tour
06	6	Couvercle	C 35	
05	1	Arbre de sortie du motoréducteur	C 35	
04	4	Joint	EN AB-43000 [Al Si 10 Mg]	
03	2	Couvre joint	EN AB-43000 [Al Si 10 Mg]	
02	2	Palier	16 Ni Cr 6	
01	1	Boitier équipe gauche	AS5GT	
<b>Rep</b>	<b>NB</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observations</b>

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

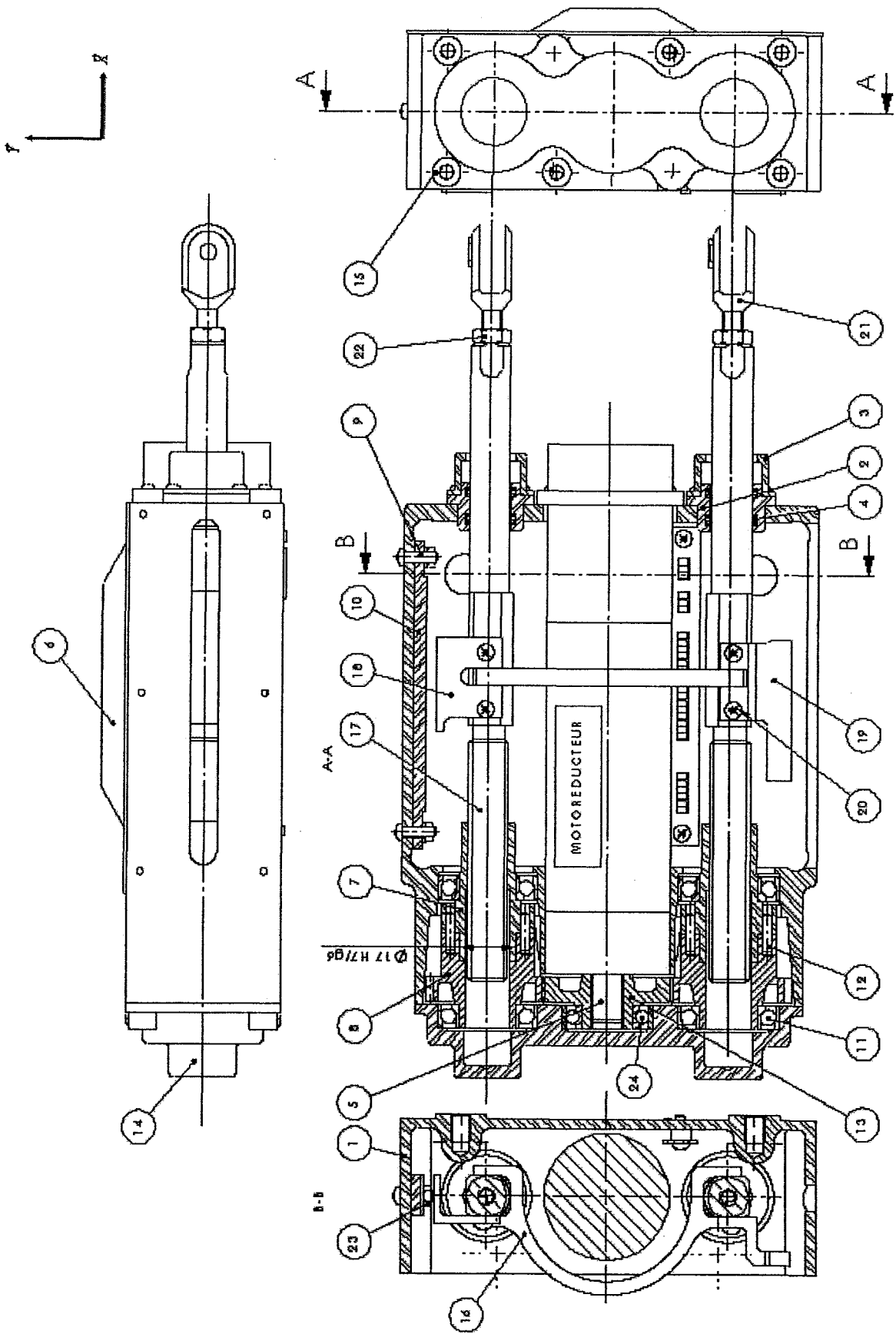
**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 6 sur 20

Seul le format A3 en fin de dossier est valable en terme d'échelle.



BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 7 sur 20

# Aérodynamique

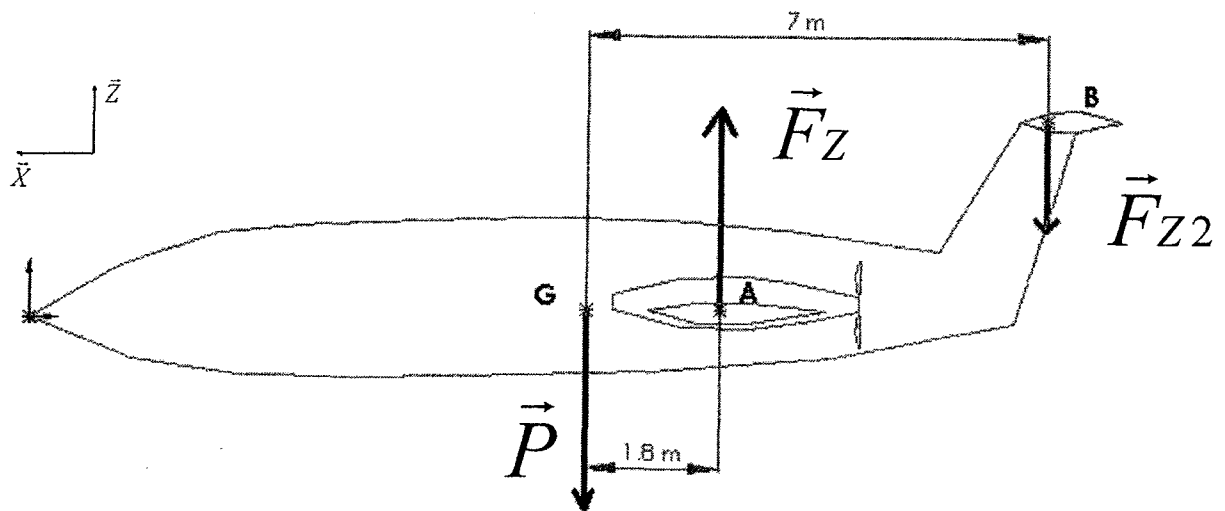
Cette partie de l'étude a pour objectif de justifier l'emploi d'un plan canard.

## 1. Etude de l'avion sans plan canard

Hypothèses d'étude :

- L'avion est en vol horizontal à vitesse constante.
- La masse de l'avion est de 5239 Kg
- L'action de l'air sur l'aile sur l'axe z est notée  $\vec{F}_Z$
- L'action de l'air sur l'empennage l'axe z est notée  $\vec{F}_{Z2}$
- Angle de calage de la voilure est égal à zéro
- L'incidence est égale à zéro
- Vol symétrique

Figure 1 : Schéma sans plan canard.



I

Force	Point d'application	Direction/sens	Intensité
$\vec{P}$	G	↓	51395 N
$\vec{F}_Z$	A	↑	?
$\vec{F}_{Z2}$	B	↓	9251 N

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 8 sur 20



1.1 Ecrire l'équation vectorielle de sustentation.

1.2 Ecrire l'équation algébrique en projection sur l'axe Z

1.3 Calculer la valeur de  $\vec{F}_Z$ .

Expression littérale :

Application numérique

1.4 Calculer le moment résultant au point G ( $M_{R/G}$ ) :

Expression littérale :

Application numérique : (on prendra  $F_z = 60 \cdot 10^3 \text{ N}$ )

1.5 Dans ces conditions, l'avion est-il en équilibre dynamique?

1.6 Conclusion sur l'influence de ce moment sur le comportement de l'avion.  
(Entourer la bonne réponse).

L'avion va :    CABRER                      PIQUER                      MAINTENIR SA POSITION

1.7 Représenter graphiquement ce moment sur la figure 1

1.8 Est on dans ce cas de figure, sur une correction de :  
(Entourer la bonne réponse).

LACET            TANGAGE            ROULIS

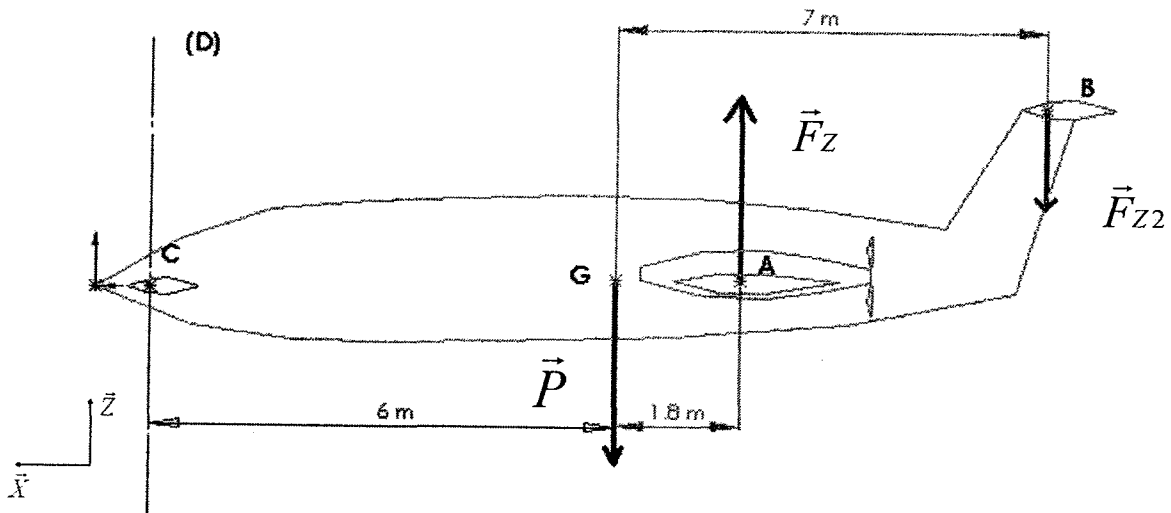
## 2. Etude de l'avion avec plan canard

Le constructeur a fait le choix de compenser ce moment en utilisant un plan canard situé à l'avant de l'appareil. Cette solution permet d'obtenir l'équilibre dynamique de l'avion.

Hypothèses d'étude :

- L'avion est en vol horizontal à vitesse constante.
- La masse de l'avion est de 5239 Kg
- L'action de l'air sur l'aile sur l'axe z est notée  $\vec{F}_Z$
- L'action de l'air sur l'empennage sur l'axe z est notée  $\vec{F}_{Z2}$
- L'action de l'air sur le plan canard sur l'axe z est notée  $\vec{F}_{Z3}$
- Angle de calage de la voilure est égal à zéro
- L'incidence est égale à zéro
- Vol symétrique

2.1 Représenter l'action  $\vec{F}_{Z3}$  de l'air sur le plan canard suivant l'axe z sur la figure ci-dessous. (sans échelle)



2.2 Ecrire l'équation d'équilibre de l'avion suivant le théorème du moment au point G.

2.3 Calculer l'intensité de  $\vec{F}_{Z3}$  en sachant que le moment au point G sans plan de canard est :  
 $M_{R/G} = 28000 \text{ N.m}$

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 10 sur 20

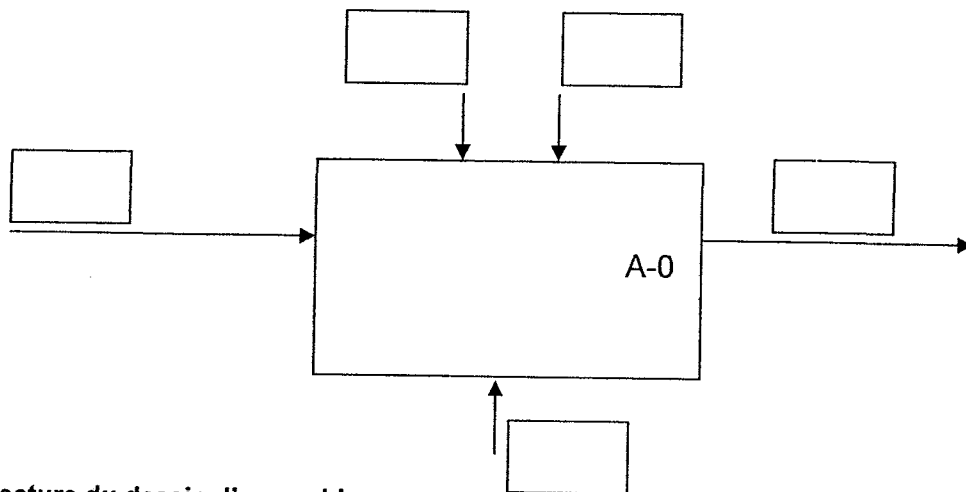
## Analyse du vérin électromécanique

### 3. Fonction globale du vérin électromécanique :

3.1 Définir la fonction globale du vérin électromécanique.

3.2 Placer sur l'actigramme A-0 ci-dessous la fonction globale définie précédemment et les termes suivants :

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| - A : vérin électromécanique        | - D : volet en position réglée et maintenue |
| - B : réglage de la position        | - E : volet en position initiale            |
| - C : présence d'énergie électrique |   |

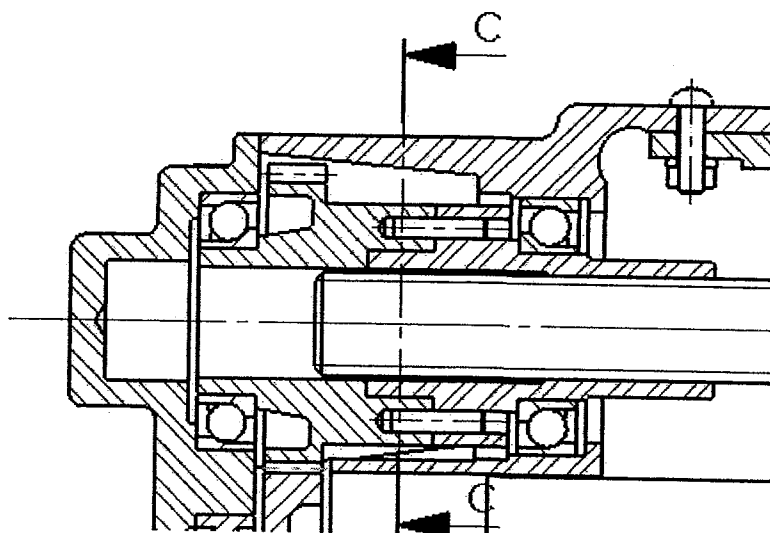
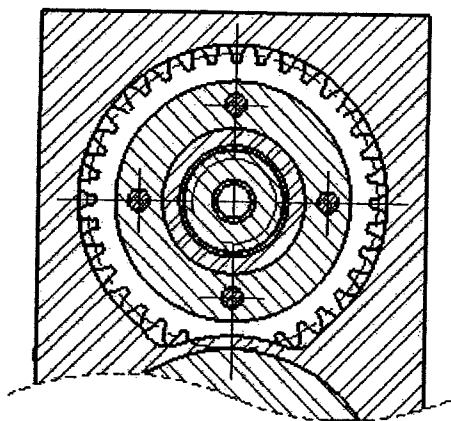


### 4. Lecture du dessin d'ensemble :

4-1 Compléter les repères des pièces sur l'éclaté partiel page suivante.

4-2 Colorier le pignon 8 en bleu et l'écrou 7 en vert dans les deux vues ci-dessous.

COUPE C-C



BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

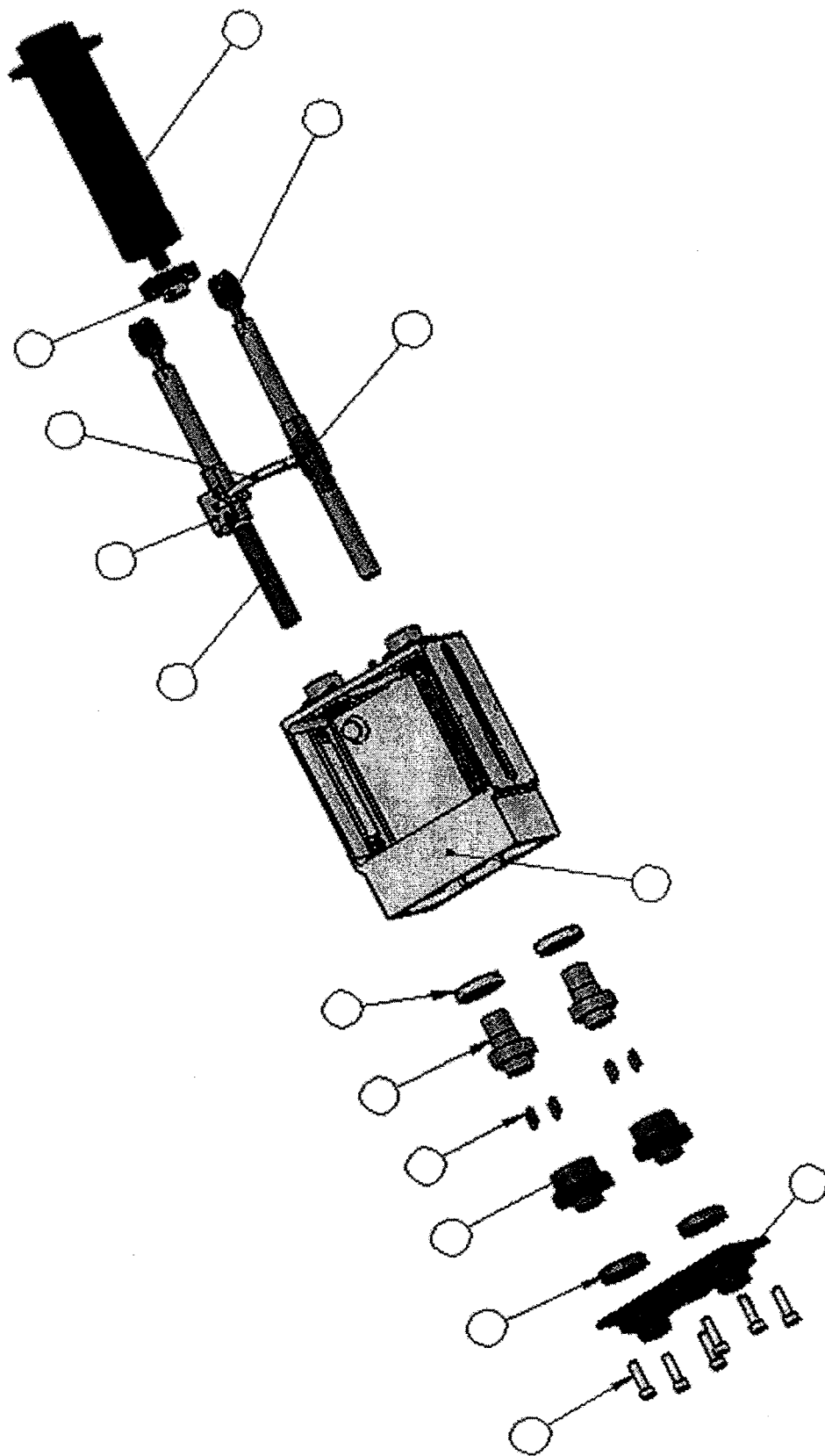
**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 11 sur 20

## Eclaté partiel du vérin



BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

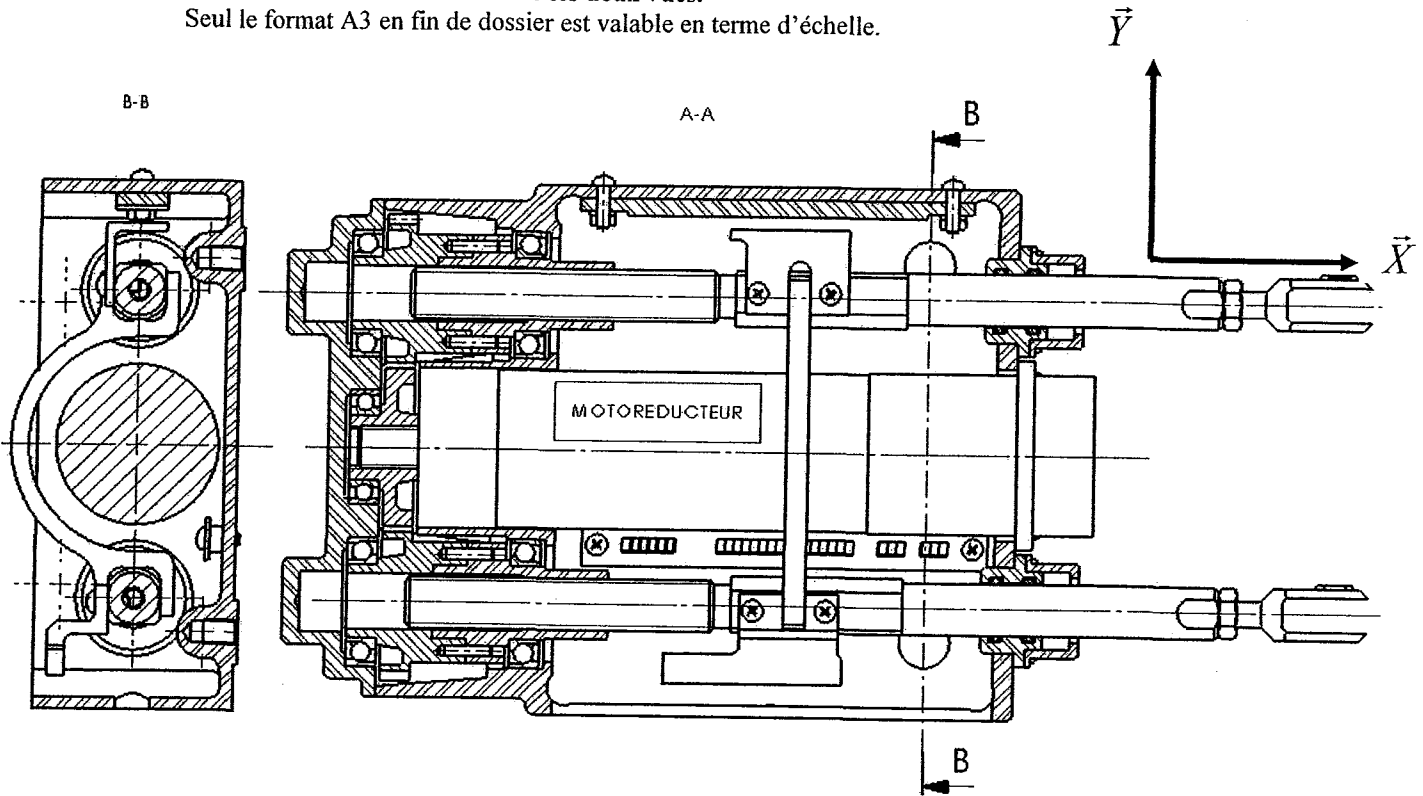
DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 12 sur 20

4-3 Comment est réalisé l'assemblage entre le pignon 8 et l'écrou 7 ? (surfaces de contacts, éléments d'assemblages...)

4-4 Colorier la fourche 16 dans les deux vues.  
Seul le format A3 en fin de dossier est valable en terme d'échelle.



4-5 Quel est le rôle de la fourche 16 ?

### 5. Modélisation du mécanisme

5-1 Définition des classes d'équivalences : coloriage sur la vue en coupe A-A du plan d'ensemble format A3.

Colorier en bleu les pièces ayant la même classe que la pièce 1 : SE1

Colorier en vert les pièces ayant la même classe que la pièce 8 : SE2

Colorier en jaune les pièces ayant la même classe que la pièce 17 : SE3

Colorier en rouge les pièces ayant la même classe que la pièce 5 : SE4

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

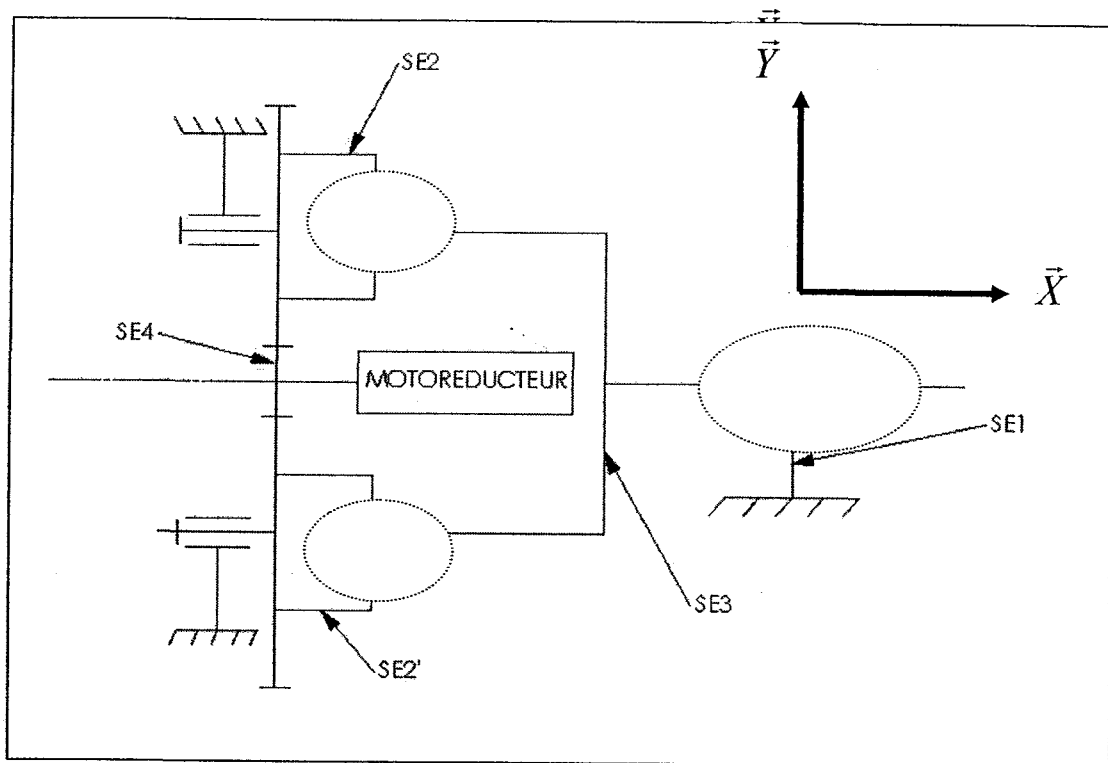
COEFFICIENT : 2

Page 13 sur 20

5-2 Compléter le tableau suivant :

	Repère de la liaison	Nature de la ou des surfaces de contact	Translation suivant l'axe			Rotation suivant l'axe			Nom et axe de la liaison
			X	Y	Z	X	Y	Z	
Entre SE1 et SE2	L12								
Entre SE1 et SE3	L13								
Entre SE2 et SE3	L23	NE PAS RENSEIGNER							
Entre SE1 et SE4	L14	NE PAS RENSEIGNER							Liaison de type engrenage

5-3 Compléter le schéma cinématique suivant :



BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

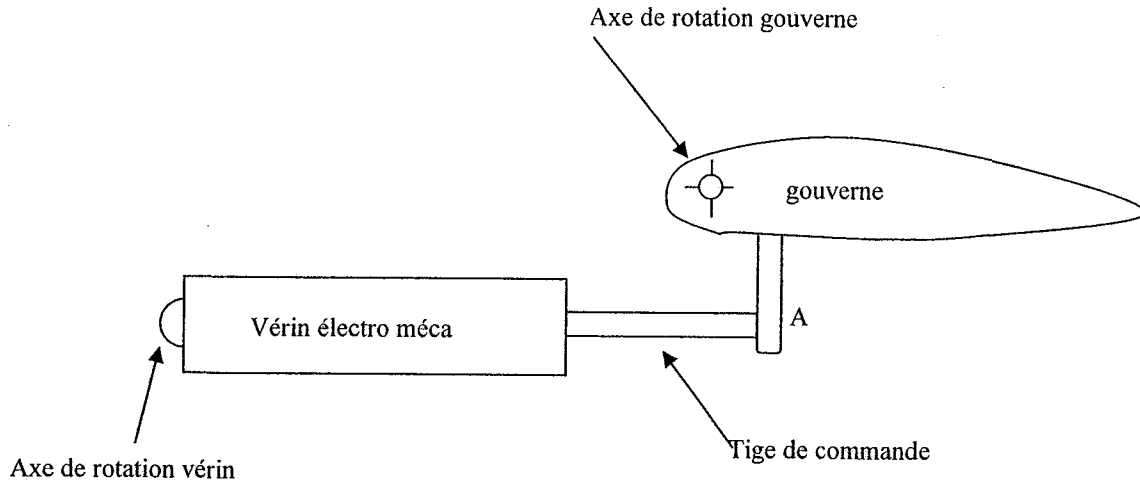
**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 14 sur 20

6. Etude mécanique : Ce schéma positionne le vérin et la gouverne du plan canard



**Données :** La puissance résistante en bout de tige est égale à 600 W. (au point A)  
L'effort résistant en bout de tige est égal à 2400 N.  
Les rendements sont supposés égaux à 1.

On souhaite déterminer la vitesse linéaire de sortie de la tige de commande et la vitesse angulaire de l'écrou repère 7.

6-1 Calculer la vitesse linéaire de la tige repère 17.

6-2 Calculer la vitesse angulaire de l'écrou repère 7 afin de garantir la vitesse linéaire calculée précédemment.

**7. Analyse technologique :**

7-1 Quel(s) type(s) de sollicitation(s) subit la pièce repérée 12,

7-2 Donnez le type de roulement utilisé pour réaliser la liaison entre SE1 et SE2.

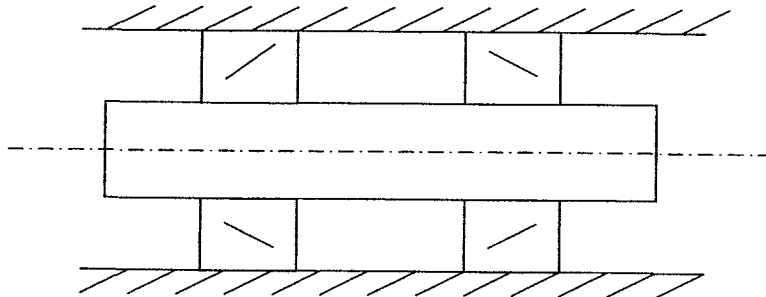
7-3 Concernant la liaison de la question précédente, est-ce ?  
(Entourer la bonne réponse).

Montage arbre tournant / charge

Montage moyeu tournant / charge

7-4 Compléter le schéma technologique avec :

- les arrêts axiaux
- les bagues montées serrées
- les bagues montées avec jeu



7-5 Donner le nom de ce type de montage :

7-6 Pour quelle raison trouve-t-on deux systèmes de réglage composés des pièces repérées 21 et 22.

7-7 Décoder la désignation matière des tiges repère 17.

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** :étude d'un système d'un aéronef

DURÉE : 4 heures

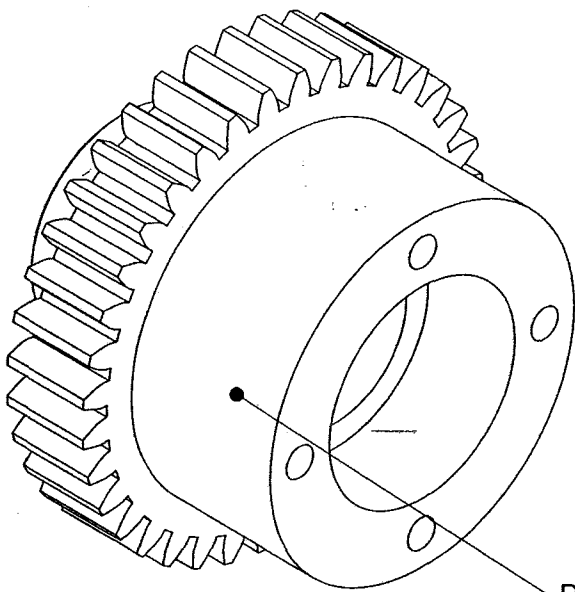
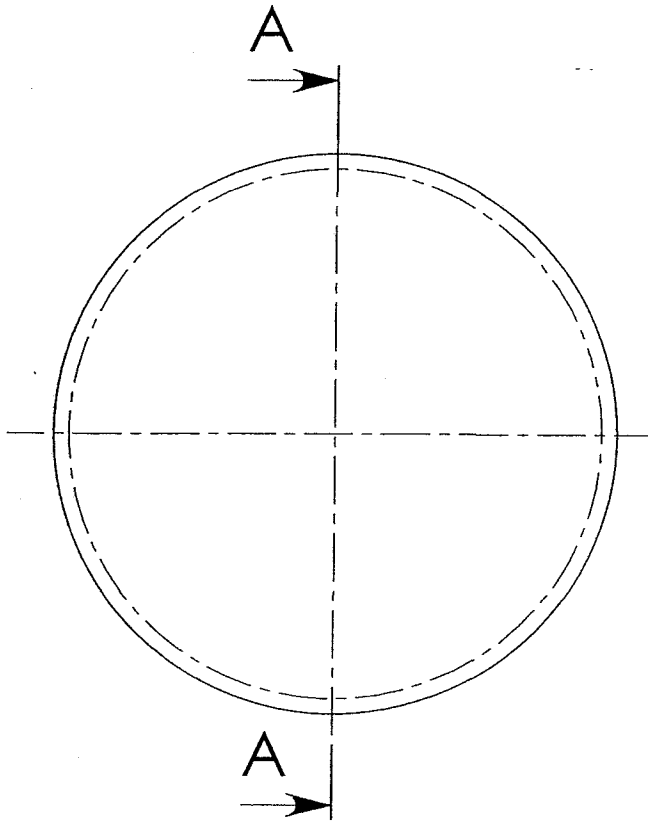
COEFFICIENT : 2

Page 16 sur 20





A-A



Pignon rep 8

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

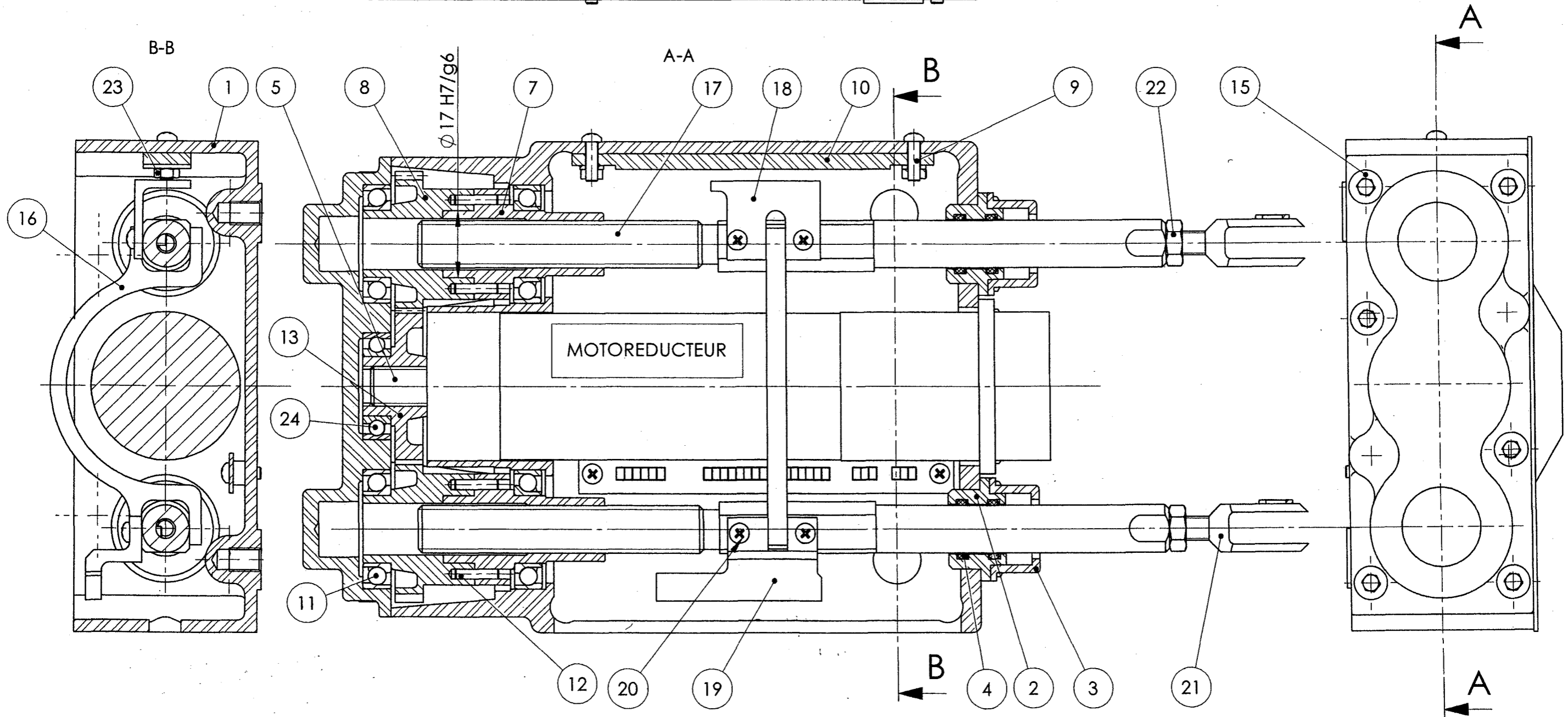
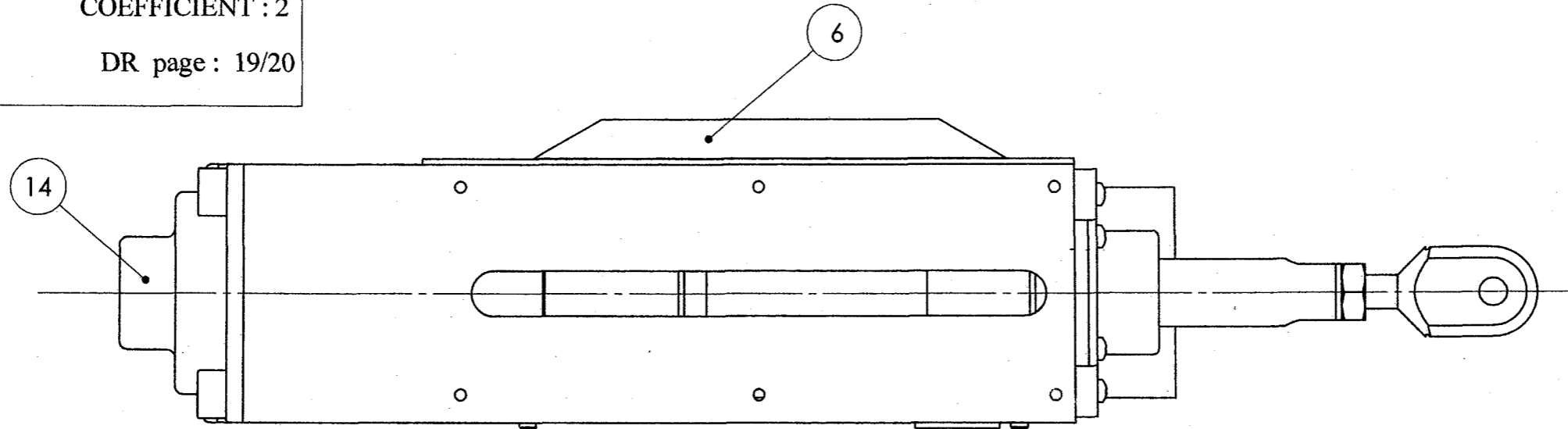
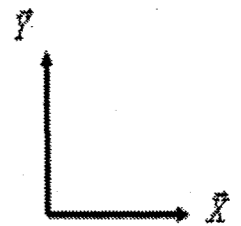
**Epreuve E1** :étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 18 sur 20

Considérer que ce document est à échelle : 1/1



**Formulaire**

$E_c = \frac{1}{2} m V^2$	$P = F V$
$p = F / S$	$F_z = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z$
$P = W / t$	$F_x = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x$
$\omega = \pi N / 30$	$P = C \omega$
$\eta = P_s / P_e$	$r = N_s / N_e = \omega_s / \omega_e$
$E_p = m g H$	$E_c = \frac{1}{2} J \omega^2$
$C = F d$	$P = U I$
$U = R I$	$W = F d \cos \varphi$

BAC. PROFES « AERONAUTIQUE » option cellule

**Epreuve E1** : étude d'un système d'un aéronef

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 2

Page 20 sur 20