



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
AÉRONAUTIQUE
OPTION : MÉCANICIEN, SYSTÈMES-CELLULE**

Session 2012

CORRIGE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ÉPREUVE E2 – ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE

SOUS-ÉPREUVE A (U21) – ÉTUDE D'UN SYSTÈME D'AÉRONEF

CORRIGE

Barème de Notation :

1- Analyse fonctionnelle

- Question 1-1 : → 2 points
- Question 1-2 : → 3 points
- Question 1-3 : → 4 points
- Question 1-4 : → 6 points
- Question 1-5 : → 5 points

Total : 20 points

2- Analyse technologique

- Question 2-1 : → 6 points
- Question 2-2 : → 1 point
- Question 2-3 : → 2 points
- Question 2-4 : → 2 points

Total : 11 points

3- Etude du réducteur

- Question 3-1 : → 1 point
- Question 3-2 : → 3 points
- Question 3-3 : → 2 points
- Question 3-4 : → 2 points

Total : 8 points

4- Etude des matériaux

- Question 4-1 : → 3 points
- Question 4-2 : → 3 points
- Question 4-3 : → 1 point

Total : 7 points

5- Aérodynamique

- Question 5-1 : → 3 points
- Question 5-2 : → 2 points
- Question 5-3 : → 3 points
- Question 5-4 : → 2 points

Total : 10 points

6- Etude statique

- Question 6-1 : → 1 point
- Question 6-2 : → 4 points
- Question 6-3 : → 2 points
- Question 6-4 : → 4 points
- Question 6-5 : → 3 points

Total : 14 points

7- Dessin et cotation

- Question 7-1 : → 16 points
- Question 7-2 : → 6 points

Total : 22 points

8- Hydraulique

- Question 8-1 : → 2 points
- Question 8-2 : → 2 points
- Question 8-3 : → 2 points
- Question 8-4 : → 2 points

Total : 8 points

TOTAL DES POINTS : 100 points
(À ramener sur 20)

PARTIE 1 → Analyse Fonctionnelle

Dans le cadre d'une opération de maintenance non programmée, le technicien doit procéder au changement des pions à casser 240 et 250 suite à une mauvaise utilisation de la commande de sortie secours des atterrisseurs.

Nous allons tout particulièrement nous intéresser à l'ensemble boîtier de transmission.

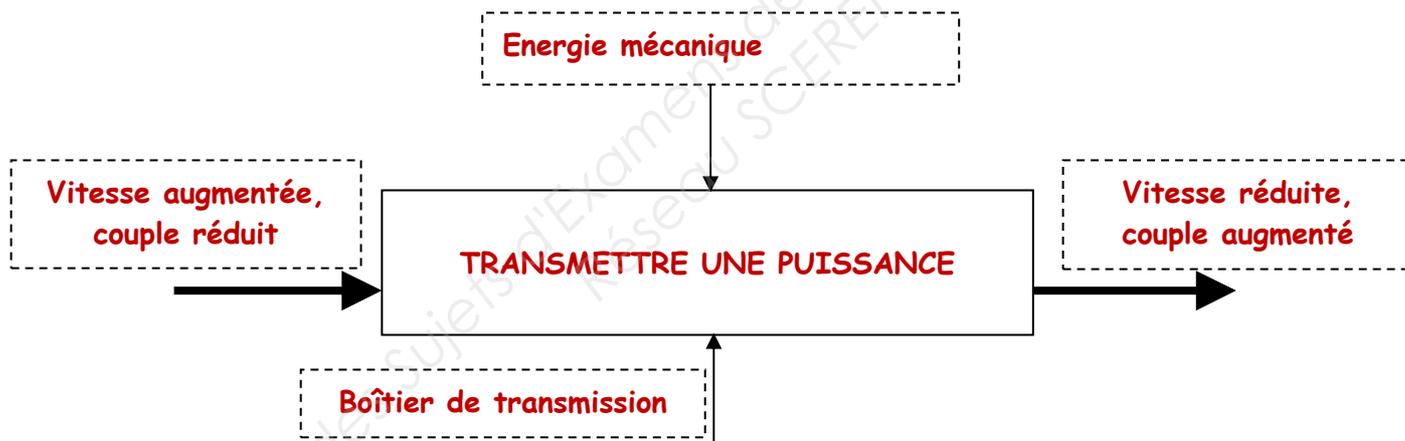
Le technicien devra tout d'abord comprendre et analyser le fonctionnement de la commande de sortie secours des atterrisseurs, à l'aide des documents fournis par le constructeur.

Dans cette partie il vous est demandé d'associer **le plan d'ensemble**, **le schéma cinématique (à compléter)** et **la nomenclature** du mécanisme qui sont des éléments fournis dans les documents ressources.

QUESTION 1.1 Fonction globale

2 Points

- Définir et placer dans l'actigramme la fonction globale du boîtier de transmission de la commande de sortie de secours des atterrisseurs.
- Replacer dans les cases en pointillés les textes ci-dessous :
 - Boîtier de transmission
 - Vitesse réduite, couple augmenté
 - Energie mécanique
 - Vitesse augmentée, couple réduit

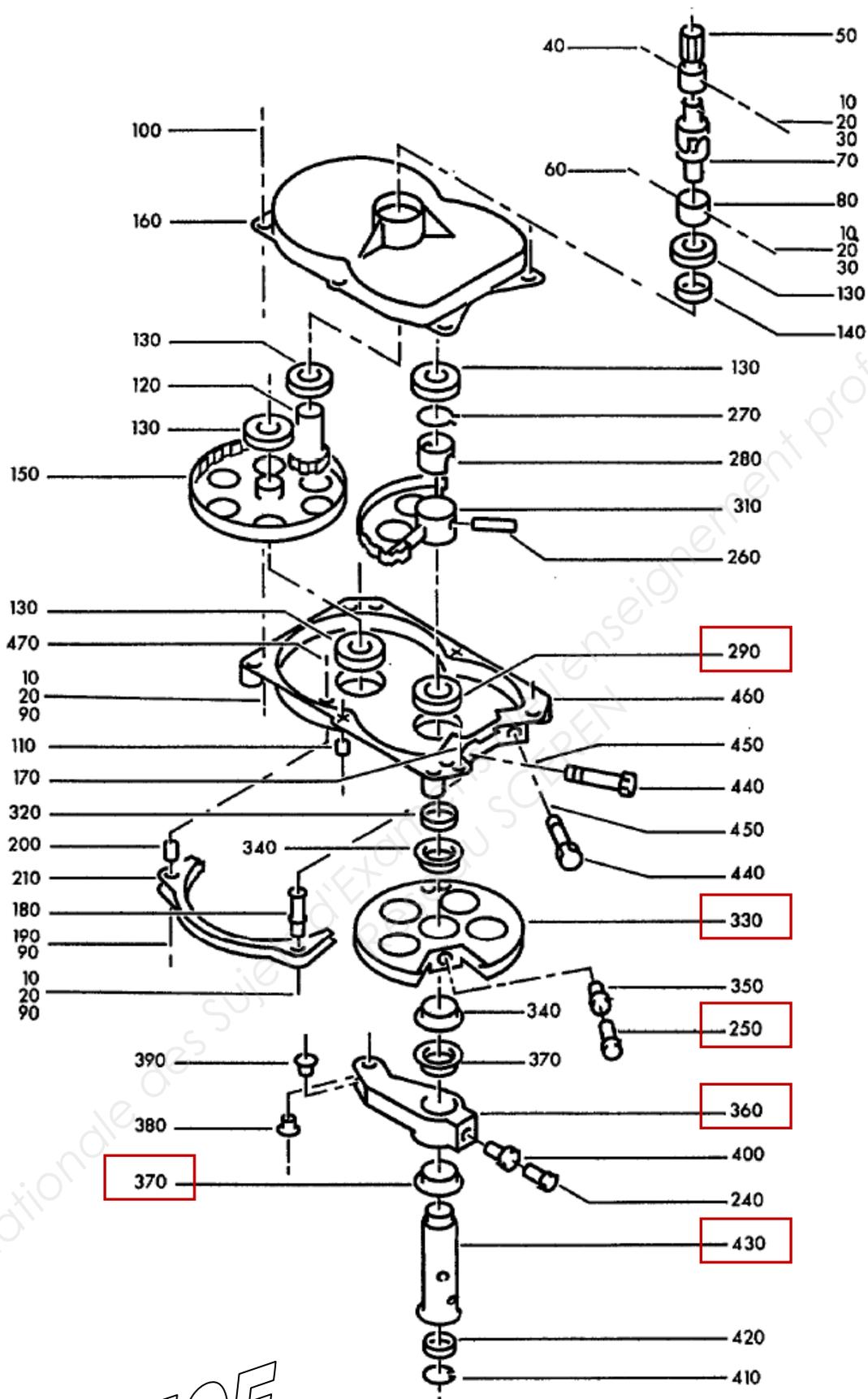


QUESTION 1.2 Lecture de plan

3 Points

Sur l'éclaté page suivante, compléter les repères des pièces manquants.

CORRIGE



CORRIGE

QUESTION 1.3 Sous ensembles cinématiques

4 Points

- Compléter les sous ensembles cinématiques ci-dessous :

$$E1 = \{ 10, 20, 90, 100, 110, 160, 170, \mathbf{180, 190, 200, 210, 440, 450, 460, 470} \}$$

$$E2 = \{ 10, 20, 30, 40, 50, 70a \}$$

$$E3 = \{ 10, 20, 30, 60, 70b, \mathbf{80, 120, 140} \}$$

$$E4 = \{ \mathbf{150a, 150b} \}$$

$$E5 = \{ 240, \mathbf{250, 260, 270, 280, 310, 320, 330, 350, 360, 380, 390, 400, 410, 430} \}$$

Remarque : Les roulements, joints, ressorts ne seront pas pris en compte.

QUESTION 1.4 Liaisons mécaniques

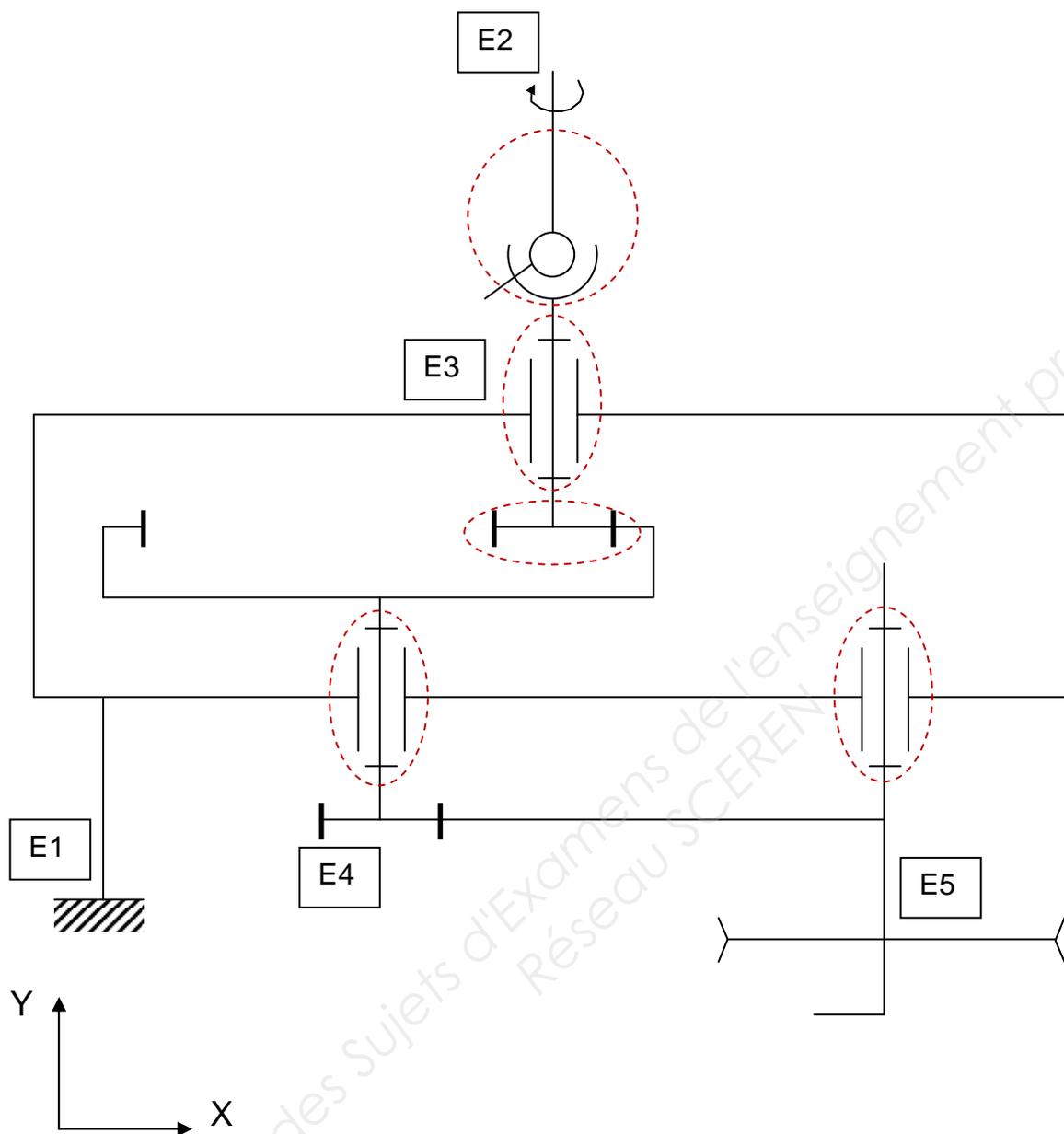
6 Points

Compléter le tableau des liaisons ci-dessous :

Liaison	Sous ensembles en liaison	Degré de liberté		Axe	Nom de la liaison
		Translation	Rotation		
L_1	E1 et E3	0	1	Oy	Liaison pivot
L_2	E1 et E4	0	1	Oy	Liaison pivot
L_3	E1 et E5	0	1	Oy	Liaison pivot
L_4	E2 et E3	0	2	Oy, Oz	Liaison Rotule à doigt
L_5	E3 et E4	Ne pas renseigner			Ponctuelle type engrenage
L_5	E4 et E5	Ne pas renseigner			Ponctuelle type engrenage

CORRIGÉ

Compléter le schéma cinématique de l'ensemble boîtier de transmission :



CORRIGE

PARTIE 2 → Analyse Technologique

QUESTION 2-1 Éléments technologiques de la liaison L3

6 points

- Donner la désignation des éléments technologiques qui réalisent la liaison L3 :

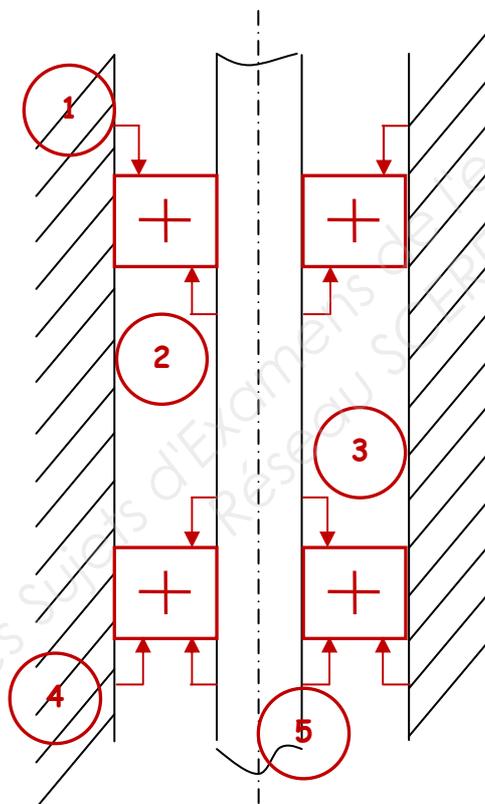
Des roulements à billes à contact radial

- Réalisez un schéma technologique représentant ces éléments avec leurs arrêts axiaux en utilisant les symboles suivants :

Dispositif de serrage, réglage :



Butée fixe :



CORRIGE

- Identifier pour chacun des arrêts axiaux, le repère de la pièce et la nature de la surface de contact :

- 1 - Plan ou Epaulement de 160
- 2 - Plan ou Epaulement de 430
- 3 - Plan de la Pièce 310
- 4 - Plan ou Epaulement de 460
- 5 - Plan de la Pièce 320

QUESTION 2-2 Cotation des portées des roulements

1 point

- Choisir, à l'aide du dossier technique, un ajustement pour le montage de la bague intérieure du roulement 290 sachant que les charges supportées sont normales.

∅ 30 k5**QUESTION 2-3** Etanchéité

2 points

- Quel est le type de roulement utilisé ? (cocher la bonne réponse)

		
		X

- Comment est réalisée l'étanchéité des roulements du système étudié ?

Le roulement est composé de joint d'étanchéité de chaque coté.**QUESTION 2-4** Etude des vis 440 et écrous 450

2 points

- Quel est le rôle des vis 440 et des écrous 450 ?

Les vis 440 et les écrous 450 sont des butées angulaires de fin de course (butées) du secteur dentée repéré 310 (quadrant).

- Comment est réalisé le freinage de ces éléments ? Donner le repère et la désignation.

Le freinage est réalisé avec du fil frein repéré 220 (lockwire) + contre écrou 450.**CORRIGE**

PARTIE 3 → Etude du boîtier de transmission**QUESTION 3-1** Etude de la transmission

1 point

Comment est réalisée la transmission de puissance du boîtier réducteur ?

Elle est réalisée par un système de transmission par engrenage.

QUESTION 3-2 Rapport de transmission

3 points

- Calculer le nombre de dents de la couronne 150a, en donnant préalablement l'expression littérale :

$$d = m \cdot Z \rightarrow Z = d / m = 135 / 1,5 = 90 \text{ dents}$$

- Calculer le rapport de transmission du boîtier de transmission. :

$$R_{S/E} = N_S / N_E = (Z_{120} \times Z_{150b}) / (Z_{150a} \times Z_{310}) = (21 \times 21) / (90 \times 59) = 0,083$$

- En déduire le type du rapport de transmission :

Le rapport de transmission est réducteur.

QUESTION 3-3 Déplacement des guignols

2 points

Sachant que pour libérer les trains le pilote doit tourner de 3 tours la manivelle :

- Déterminer le nombre de tour n qu'effectuera le secteur dentée :

$$n_{\text{pilote}} = 3 \text{ tours} , R_{S/E} = 0,083 \text{ d'où } n = n_{\text{pilote}} \times R_{S/E} = 3 \times 0,083 = 0,249 \text{ tour}$$

- En déduire le déplacement θ en degré des guignols qui commandent, via des bielles, les verrous des portes du train et le train auxiliaire :

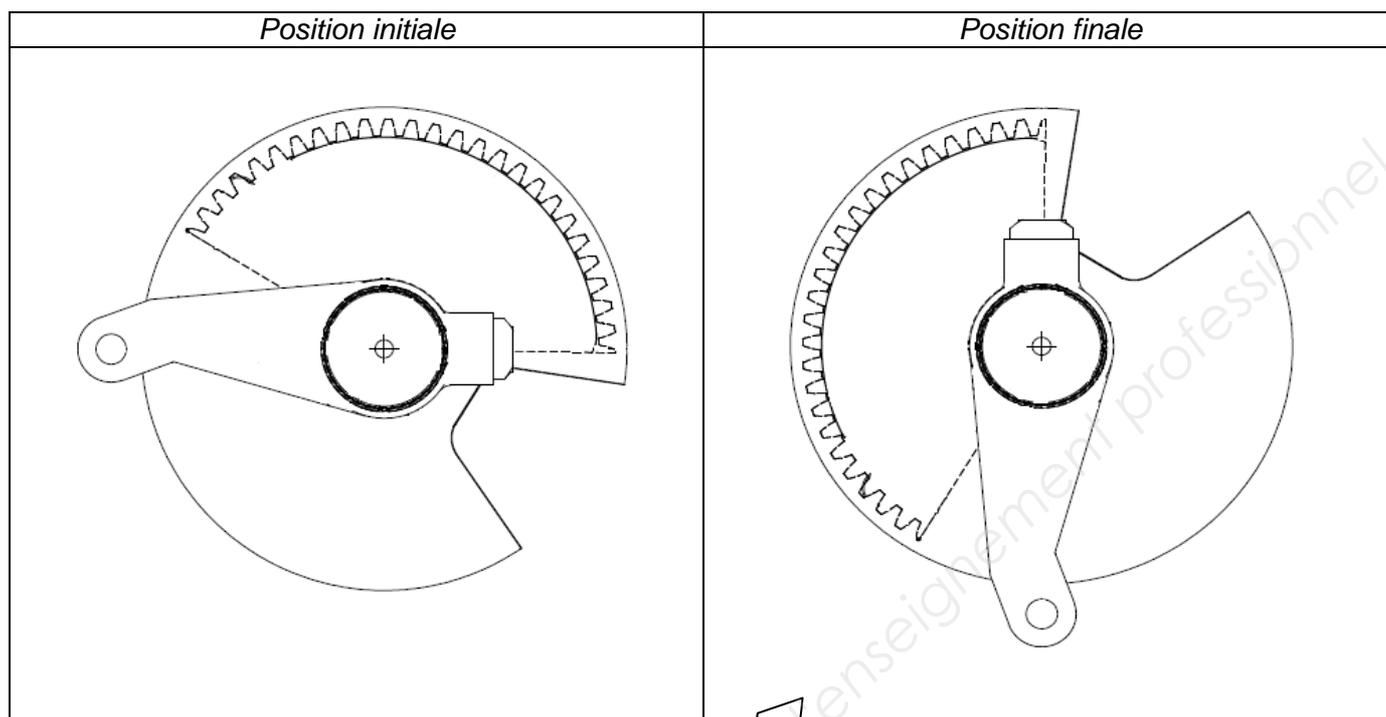
$$\theta = 0,249 \times 360 = 89,64^\circ$$

CORRIGÉ

QUESTION 3-4 Positions extrêmes du guignol

2 points

Dessiner la position du guignol lorsque le pilote a exécuté les 3 tours de manivelle :

**CORRIGÉ**

PARTIE 4 → Etude des matériaux

QUESTION 4-1 Matériau pièce 360

3 points

- Donner la famille du matériau de la pièce 360 :

Alliage d'aluminium

- Indiquez la nature et la teneur de chaque élément qui compose la pièce 360 :

↪ **Zinc : 5,5%**

↪ **Magnésium : < 1% (traces)**

↪ **Cuivre : < 1% (traces)**

↪ **Aluminium restant**

↪

QUESTION 4-2 Matériau pièce 240

3 points

- Donner la famille du matériau de la pièce 240 :

Acier faiblement allié

- Indiquez la nature et la teneur de chaque élément qui compose la pièce 240 :

↪ **Carbone : 0,45%**

↪ **Silicium : 1,5%**

↪ **Chrome : < 1% (traces)**

↪ **Molybdène : < 1% (traces)**

↪ **(éventuellement : le reste de fer)**

CORRIGÉ

QUESTION 4-3 Sollicitations mécaniques sur la pièce 240

1 point

- Donner la nature de la sollicitation mécanique dominante :

Cisaillement

PARTIE 5 → Aérodynamique

On désire étudier l'influence de la sortie des atterrisseurs sur la trainée totale de l'avion.

Pour cela on donne :

C_z avion = 1

Surface alaire = 123 m²

Equation de la polaire de l'avion : $C_x = 0,035 + 0,0335 C_z^2$

C_x atterrisseur = 0,006

$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$

$V = 100 \text{ m/s}$

QUESTION 5.1 Trainée de l'avion

3 points

- Calculer le coefficient de trainée C_x .

$$C_x = 0,035 + 0,0335 C_z^2 = 0,035 + 0,0335 \times 1^2$$

$$C_x = 0,0685$$

- Calculer alors la trainée de l'avion :

$$F_x = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 123 \times 0,0685 \times 100^2$$

$$F_x = 51606,18 \text{ N}$$

QUESTION 5.2 Surface frontale

2 points

A l'aide du dossier technique, calculer la surface frontale de l'atterrisseur :

$$S = 1,24 \times 4,067 = 5,04 \text{ m}^2$$

QUESTION 5.3 Trainée de l'atterrisseur

3 points

- Calculer la trainée de l'atterrisseur.

$$F_x = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_x = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 5,04 \times 100 \times 0,006$$

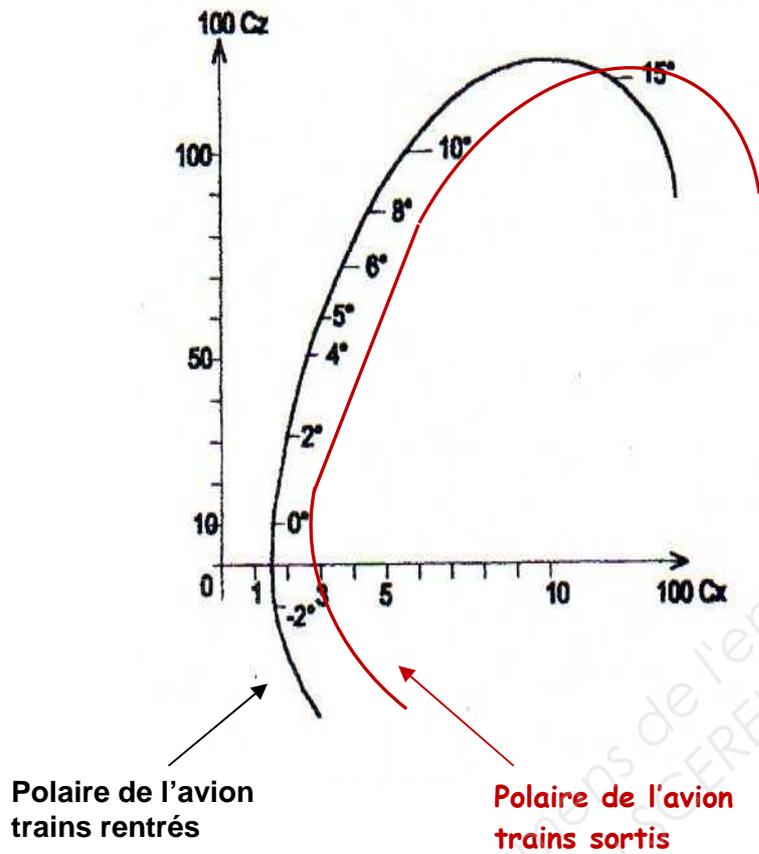
$$F_x = 185,22 \text{ N}$$

- Que pouvez-vous conclure sur l'influence de la sortie des atterrisseurs ?

La sortie des atterrisseurs augmente la trainée globale de l'avion

CORRIGÉ

Dessiner la nouvelle polaire dûe à l'influence de la sortie des atterrisseurs.

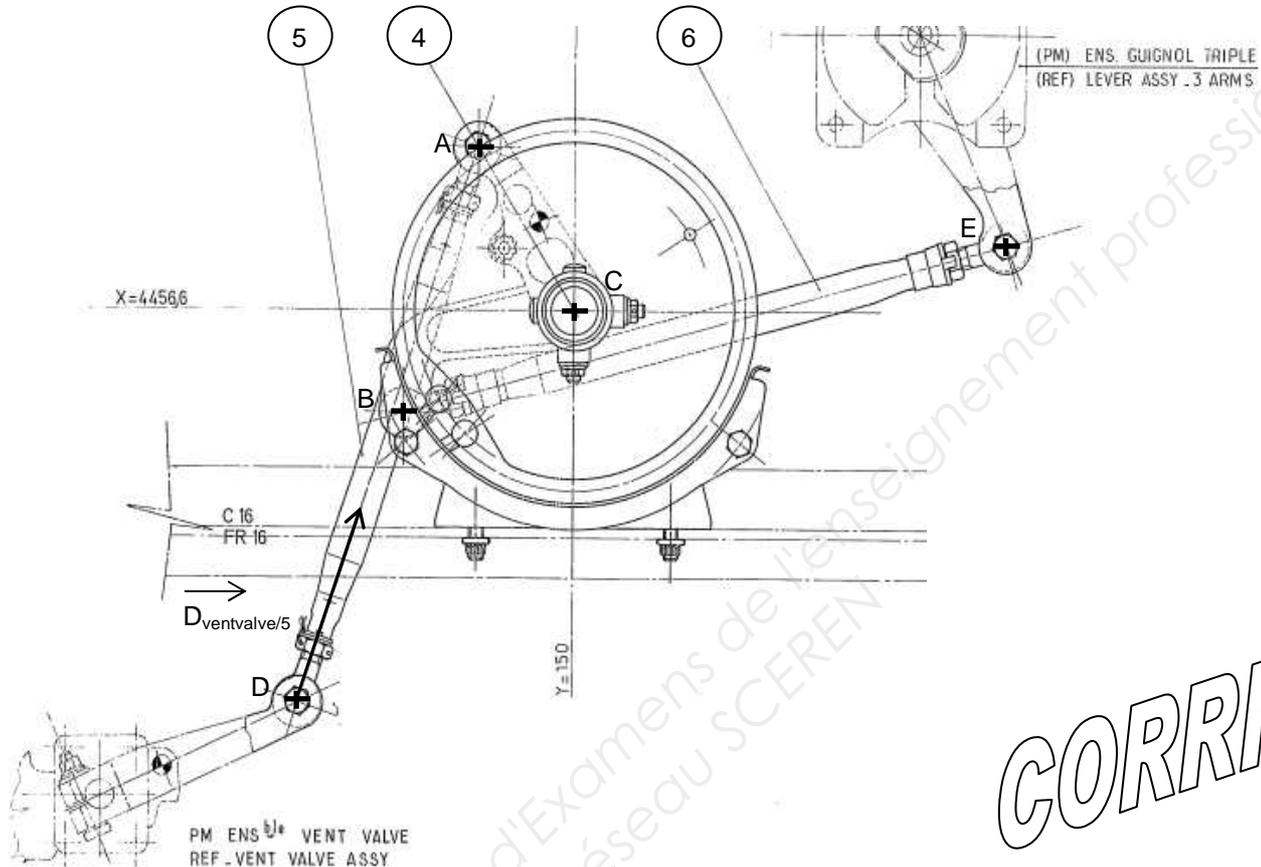


CORRIGE

PARTIE 6 → Etude Statique

Afin de pouvoir contrôler le bon fonctionnement de la vent valve, il faut que l'effort disponible soit supérieur à 50 daN au point A. Le candidat doit isoler le guignol 4 et étudier son équilibre. Pour cela, il sera nécessaire d'établir le bilan des actions mécaniques extérieures et de procéder à la résolution graphique.

Hypothèse : Liaisons parfaites et masse négligée



QUESTION 6.1 Identification de la pièce isolée

1 point

Colorier, légèrement en vert sur le croquis, la pièce isolée.

QUESTION 6.2 Bilan des actions mécaniques

4 points

Compléter le tableau suivant afin d'effectuer le Bilan des Actions Mécaniques extérieures.

Action	Point d'application	Direction	Sens	Norme
→ A _{5/4}	A	(AD)	De D vers A	50 daN
→ B _{6/4}	B	(BE)	?	?
→ C _{arbre/4}	C	?	?	?

Ce système est-il résoluble ? **oui (1 point sur 4)**

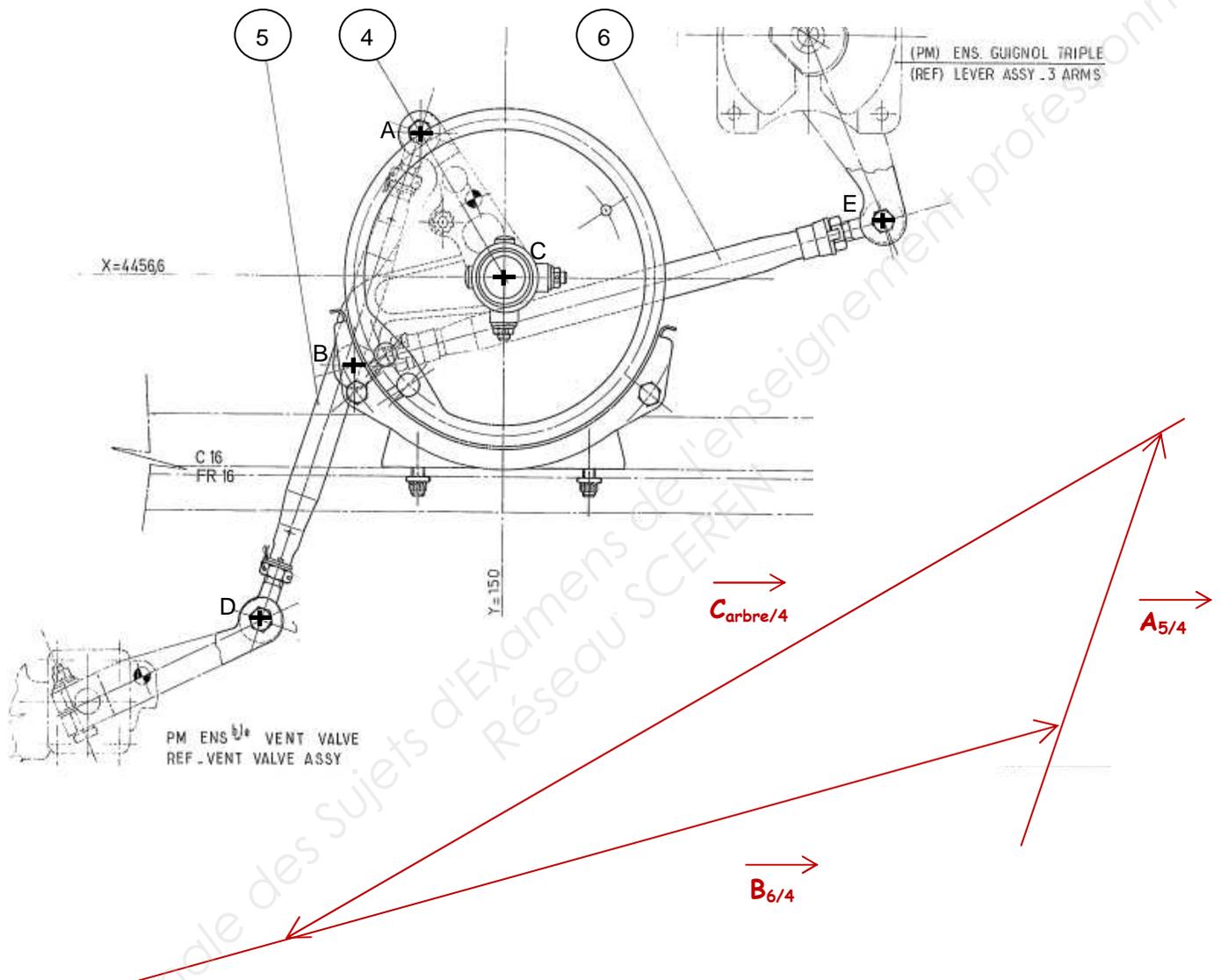
QUESTION 6.3 Principe fondamental de la statique (PFS)

2 points

Ecrire les équations du PFS appliqué au guignol 4. Ecrire l'équation des moments sera calculé en C.

$$\sum F_{\text{ext} \rightarrow 4} = 0 = A_{5/4} + B_{6/4} + C_{\text{arbre}/4}$$

$$\sum M_C F_{\text{ext} \rightarrow 4} = 0 = M_C A_{5/4} + M_C B_{6/4} + M_C C_{\text{arbre}/4}$$

Echelle : 1cm \equiv 10 daN**QUESTION 6.4** Résolution graphique

4 points

- Déterminer le point de concours I des 3 efforts
- Résoudre graphiquement sur le schéma ci-dessus.

CORRIGÉ

Présenter clairement les résultats dans le tableau ci-dessous.

Action	Point d'application	Direction	Sens	Norme
\rightarrow A _{5/4}	A	(AD)	De D vers A	50 daN
\rightarrow B _{6/4}	B	(BE)	De B vers E	129 daN
\rightarrow C _{arbre/4}	C	(CI)	De C vers I	162 daN

CORRIGÉ

PARTIE 7 → Dessin et cotation**QUESTION 7.1** Dessin de l'arbre 430

16 points

Compléter aux crayons et aux instruments, le dessin de la pièce 430 page suivante :

- En vue de face en coupe A-A (*ne pas représenter les arrêtes cachées*).
- En vue de dessus (*ne pas représenter les arrêtes cachées*).
- Vérifier que vous êtes en accord avec la norme.

*Nota : Réaliser le travail à l'échelle du plan d'ensemble de l'arbre équipé page 9/10.
Soigner particulièrement votre tracé.*

QUESTION 7.2 Cotation dimensionnelle et fonctionnelle

6 points

- Mettre en place, sur le dessin de définition de l'arbre 430 page suivante, la condition géométrique de coaxialité de tolérance $\varnothing 0,05$ entre les deux portées de roulement.
- Positionner un état de surface sur l'une des deux portées des roulements.
- Mettre en place les $\varnothing 25 k5$ et $\varnothing 30 k5$ sur ces mêmes portées.
- Déterminer par le calcul la nature de l'ajustement $\varnothing 25 K6 k5$

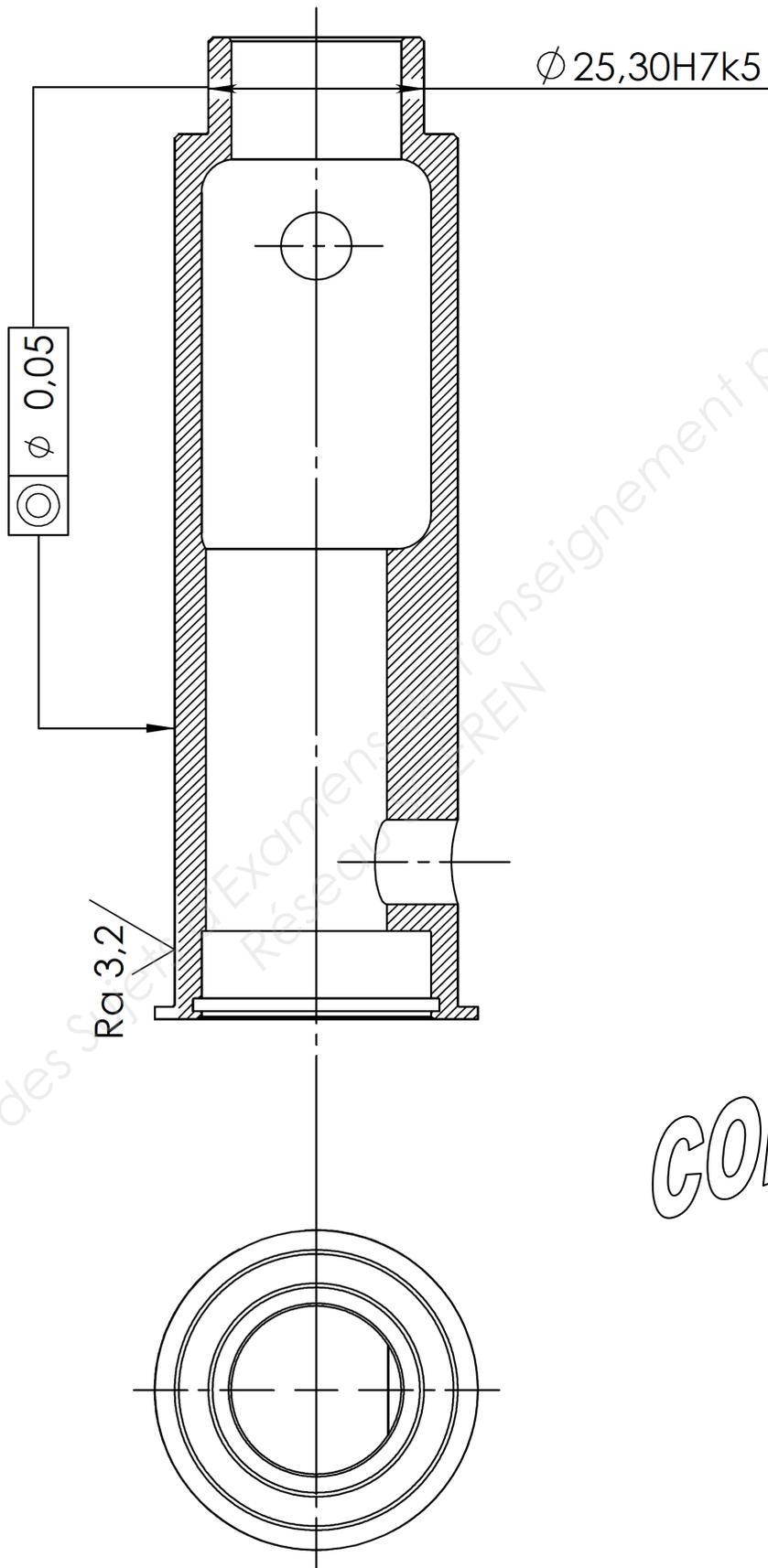
$$\text{Condition maxi} = ES - ei = 2 - 2 = 0 \mu\text{m}$$

$$\text{Condition mini} = EI - es = -11 - 11 = -22 \mu\text{m} = -0,022 \text{ mm}$$

Cet ajustement est serré.

CORRIGÉ

COUPE A-A

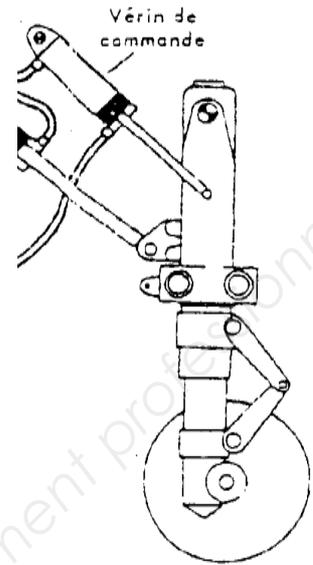


PARTIE 8 → Hydraulique

Le vérin de commande de l'atterrisseur principal est alimenté par de l'énergie hydraulique.
Pour mettre en mouvement, il faut fournir un effort de 60000N.

Données :

Contenance de la bête circuit vert : 14 litres
Débit de la pompe réacteur : $Q_v = 140 \text{ l/min}$
Vérin : Diamètre du piston $D = 120 \text{ mm}$
Diamètre de la tige $d = 46 \text{ mm}$



QUESTION 8.1 Calcul de Pression

2 points

Calculer la pression pour verrouiller l'atterrisseur en position basse :

$$S = \pi \times (D^2/4) = \pi \times (120^2/4) = 11310 \text{ mm}^2 = 113,1 \text{ cm}^2$$

$$P = F/S : 60000 / 11310 = 5,3 \text{ N/mm}^2 = 5,3 \text{ Mpa}$$

QUESTION 8.2 Calcul de Vitesse

2 points

Calculer la vitesse de déplacement de la tige du vérin pour positionner l'atterrisseur en position basse :

$$Q_v = 140 \text{ l/min} = 140000 \text{ cm}^3/\text{min} = 2333,33 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$V = Q_v / S = 2333,33 / 113,1 = 20,63 \text{ cm/s} = 0,2063 \text{ m/s}$$

$$\text{Ou } V = Q_v / (S \times 6) = 140 / (113,1 \times 6) = 0,206 \text{ m/s}$$

QUESTION 8.3 Calcul de Pression

2 points

Calculer la pression pour verrouiller l'atterrisseur en position haute :

$$S = \pi \times ((D^2 - d^2) / 4) = \pi \times ((120^2 - 46^2) / 4) = 9648 \text{ mm}^2$$

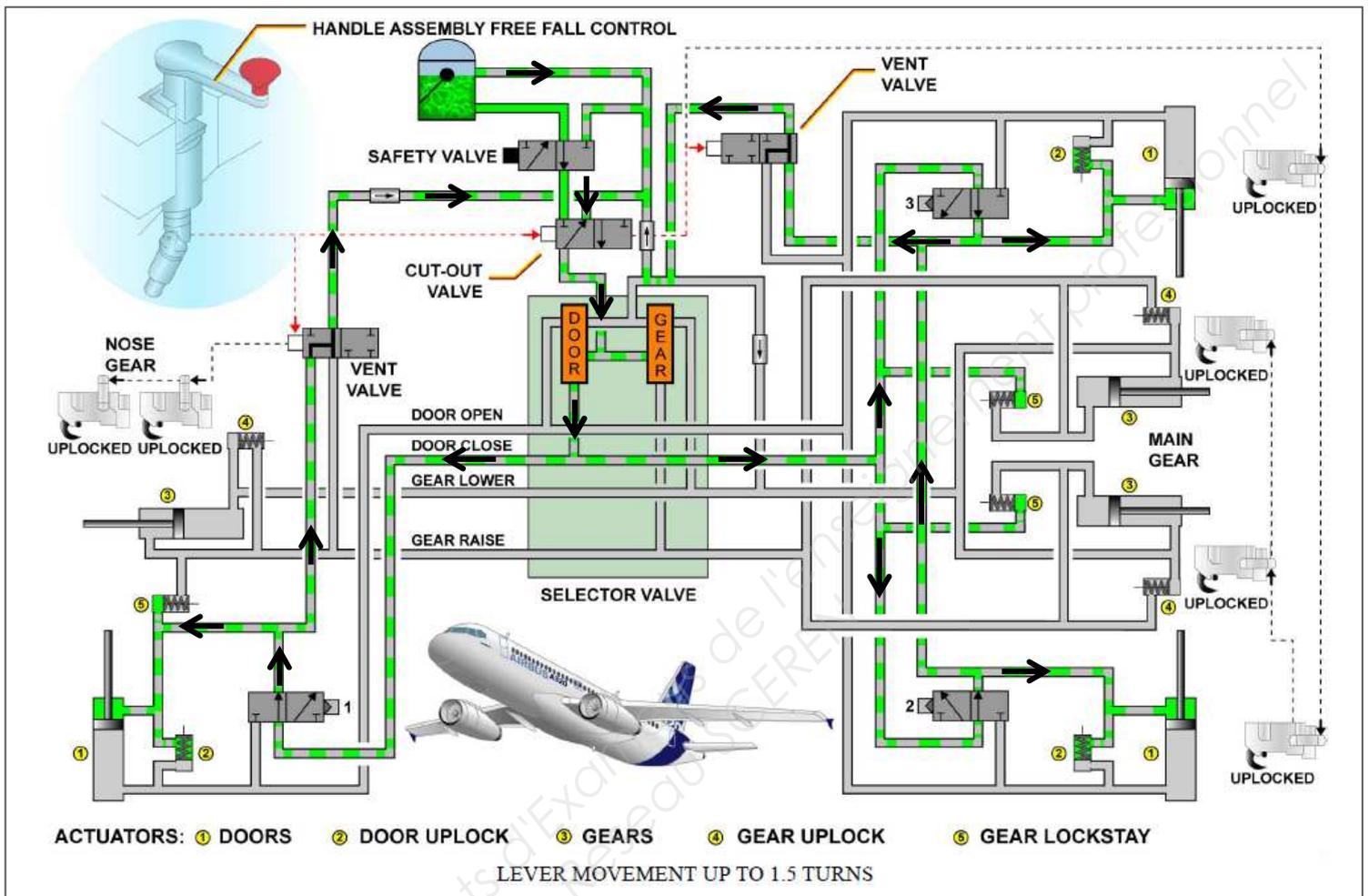
$$P = 60000 / 9648 = 6,2 \text{ N/mm}^2$$

CORRIGÉ

QUESTION 8.4 Etude du schéma hydraulique

2 points

Colorier en vert, sur le schéma ci-dessous, le fonctionnement secours de la sortie de train pour 1,5 tour de la commande de secours.



La correction est le circuit fléché → .

CORRIGE