

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2022

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE :

ETUDE D'UN SYSTEME MECANIQUE

Durée de l'épreuve : 3 heures

Coefficient de l'épreuve: 2

*Cette épreuve comporte 2 parties indépendantes (mécanique et dessin industriel)
pour un total 12 pages numérotées 1/12 à 12/12.*

1/12 :	Page de garde
2/12 :	Mise en situation et Fonctionnement
3/12 :	Dessin d'ensemble (format A 3)
4/12 :	Nomenclature
5/12 à 7/12 :	Partie Dessin industriel
8/12 à 12/12 :	Partie Mécanique

A la fin de l'épreuve, le candidat devra rendre obligatoirement avec la feuille de copie les pages :

5/12, 6/12, 7/12, 8/12, et 7/12 (partie dessin industriel) ;

9/12, 10/12, 11/12 et 12/12 (partie mécanique) .

AUCUN DOCUMENT N'EST
AUTORISE

1- MISE EN SITUATION

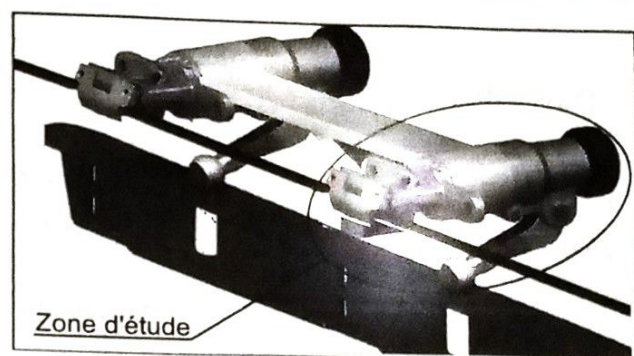
Dans certaines stations de ski, le transport de personnes vers les zones skiables se fait à l'aide de télécabines. Une télécabine est un système de transport de personnes à l'aide de plusieurs petites cabines disposées sur un câble à mouvement de translation continu (voir figure ci-contre).



Notre étude se limitera au mécanisme de verrouillage-débrayage d'une pince d'attache de télécabine pour skieurs.

2- FONCTIONNEMENT

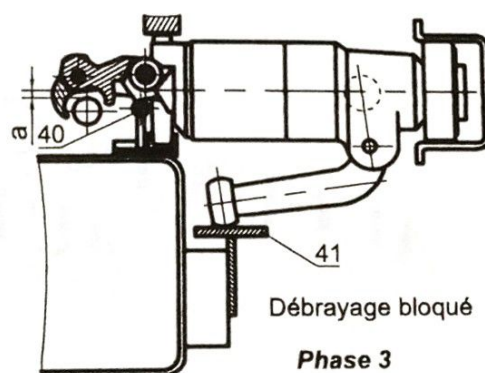
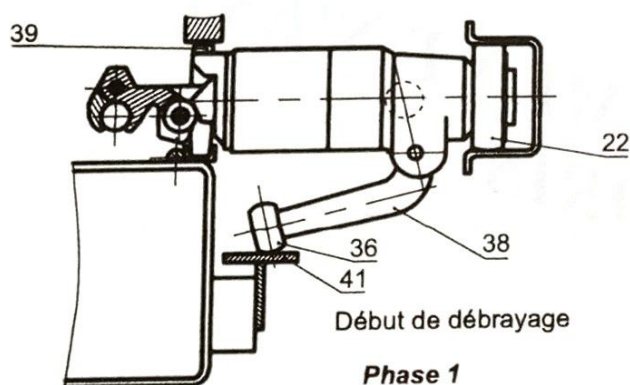
(Voir page 3/12)

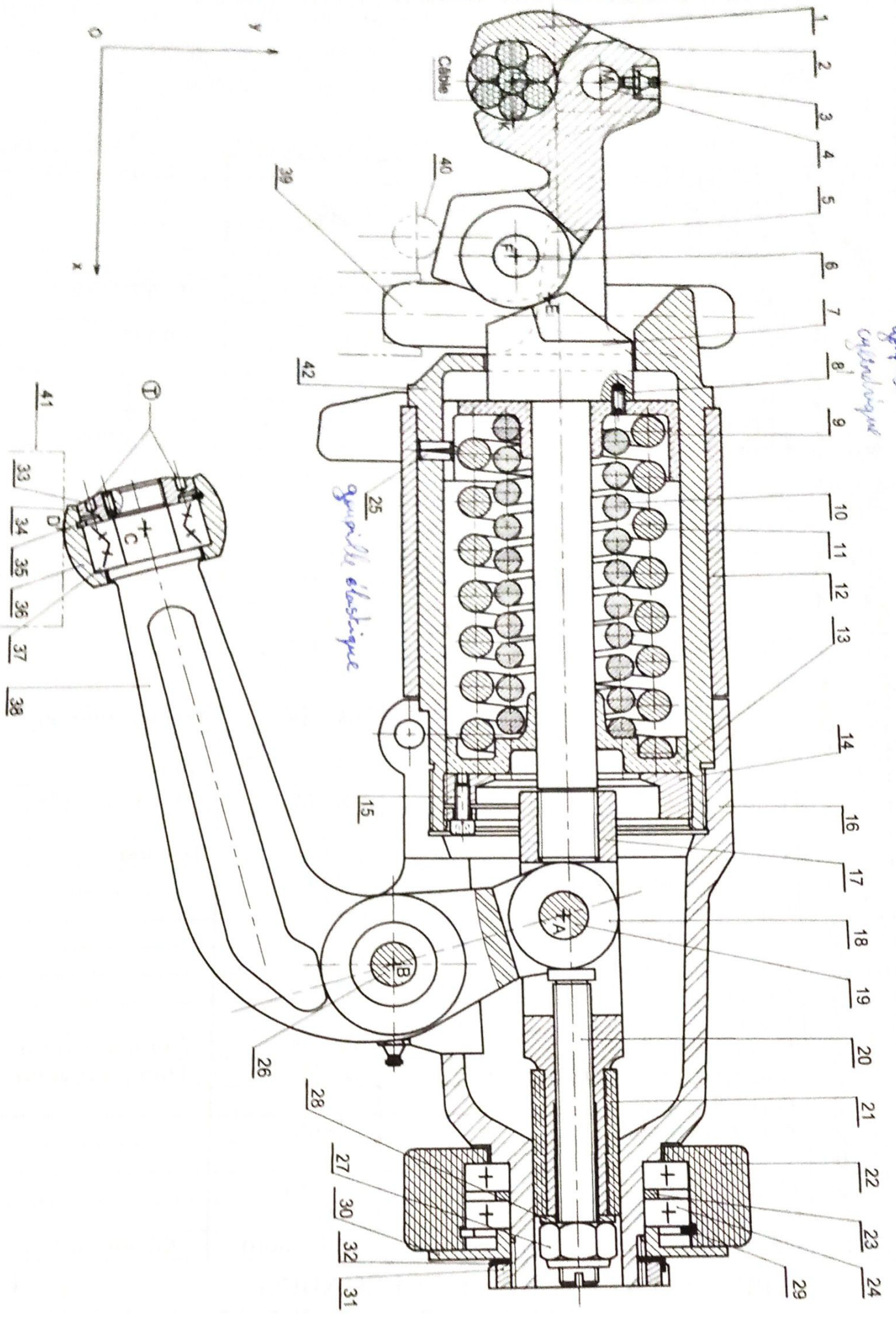


Phase 1: Lorsque la cabine arrive dans la station, les galets 22 et 39 pénètrent dans des rails de guidage pendant que le galet 36 entre en contact avec le rail en pente 41. Le galet 36 suivant l'inclinaison du rail 41 provoque la rotation du levier 38 autour de l'axe 26 et la translation du poussoir came 7. Le mors mobile 2 est ainsi libéré.

Phase 2: La rotation du mors mobile 2 autour de l'axe 4 est assurée par le rail 40. Le câble n'entraîne plus la cabine.

Phase 3: Le levier 38 reprend sa position basse initiale verrouillant ainsi la position « ouvert » du mors mobile 2. Sous l'effet de l'inertie acquise par la cabine et grâce à une rampe prolongeant les rails de guidage, l'ensemble se soulève d'une hauteur "a".





ECHELLE PINCE D'ATTACHE DE TÉLÉCABINE 3/12

41	1	Rail autorisant l'ouverture		
40	1	Rail d'ouverture		
39	2	Galet de roulement	Catidur	
38	2	Levier de débrayage		
37	8			
36	2	Galet de désaccouplement	85NC15	Trempé-revenu
35	8	Circclips intérieur		
34	2	Ecrou spécial	E335	Zingué
33	2			
32	2	Rondelle frein		Zingué
31	2	Ecrou SKF M11		Zingué
30	2	Rondelle épaulée	C32	Forgé zingué
29	2			
28	2	Rondelle M16 U		
27	2	Ecrou Nylstop M16		
26	2	Axe pour levier débrayage		Zingué
25	2			
24	4			
23	2		S355	
22	2	Galet équilibreur	Castidur	
21	2	Bague pour butée	Castidur	
20	2	Butée réglable		
19	2	Axe pour galet	35NC15	Trempé-revenu
18	2	Galet "Nadela"		
17	2	Chape	C32	Forgé
16	2	Carter arrière	AlSi7Mg	Moulé coquille
15	2	Vis CHC, M6 x 15		
14	2	Vis fendue	C356	Trempé
13	2	Coupelle ressort écrou	Laiton	
12	1	Traverse	S255	
11	2	Ressort extérieur	45SCD6	
10	2	Ressort intérieur	45SCD6	
9	2	Coupelle ressort came	Laiton	
8	2	Goupille mécanindus		
7	2	Poussoir à came	35CD4	Trempé-revenu
6	2	Axe galet pour mors mobile	35N15	Trempé-revenu
5	2	Galet "Nadela"		
4	2	Axe mors mobile	Stub	
3	8			
2	2	Mors mobile	C35	
1	2	Mors fixe	C35	
Rep	Nb.	Désignation	Matière	Observations

PINCE D'ATTACHE DE TÉLÉCABINE

4/12

3- PARTIE DESSIN INDUSTRIEL

3.1- ANALYSE TECHNIQUE

3.1.1- Préciser le nom et le rôle de chacune des pièces en complétant le tableau ci-dessous.

Pièce	Nom	Rôle
3	Bouchon	Boucher l'orifice de lubrification
23	Entretoise	Permet l'arrêt en translation des bagues intérieures des roulements 24 et 26
25	goupille élastique	Permet d'écarter 47 et 3
29	Arceau élastique cylindrique	Assure l'arrêt en translation de la bague extérieure de 24.
33	goupille cylindrique	Écartre 34 et 36

3.1.2- Donner le nom exact des éléments 24 et 37.

24: Roulement à une rangé de billes à contact radial

37: Roulement à deux rangé de billes à contact oblique

3.1.3- Préciser le nom et la signification du type de trait utilisé pour représenter la pièce 41.

Nom: Trait mixte fin à deux tirés

Signification: contour de pièce voisine ou position d'une pièce fictive

3.1.4- A quoi servent les perçage (T) réalisés sur la pièce 34?

Trou borgne, reçoit une clé (clé à ergot) pour le serrage et desserrage de 34

3.1.5- Quelle est l'utilité de la vis 15?

Permet de réduire la force de la pièce 14

3.2- ANALYSE CINEMATIQUE

3.2.1- Dans le tableau ci-dessous, préciser le nom et le symbole de la liaison entre les pièces suivantes :

Pièces	Liaison	Symbole
1 et 2	Liaison pivot	
9 et 42	enclastrement	
7 et 9	enclastrement	
16 et 22	Pivot	
36 et 41	Ponctuel	

3.2.2- L'ajustement entre 17 et 21 est $\varnothing 16 H7/m6$.

avec $\varnothing 16 H7 = \varnothing 16^{+0,018}_0$ et $\varnothing 16 m6 = \varnothing 16^{+0,018}_{-0,007}$,

3.2.2.1- Calculer les jeux limites:

Jeu mini = $e_s - e_i = 0,018 - 0,007 = 0,011 \text{ mm}$ } Ajustement incertains
 (écart supérieur) (écart minimal arbre)
 (alésage)

Jeu maxi = $E_I - e_s = 0 - 0,018 = -0,018 \text{ mm}$ } Car $\Delta_{max} > 0$
 $\Delta_{mini} < 0$

3.2.2.2- En déduire le type de cet ajustement.

Ajustement incertains car $\Delta_{max} > 0$; $\Delta_{mini} < 0$

3.3- COTATION FONCTIONNELLE

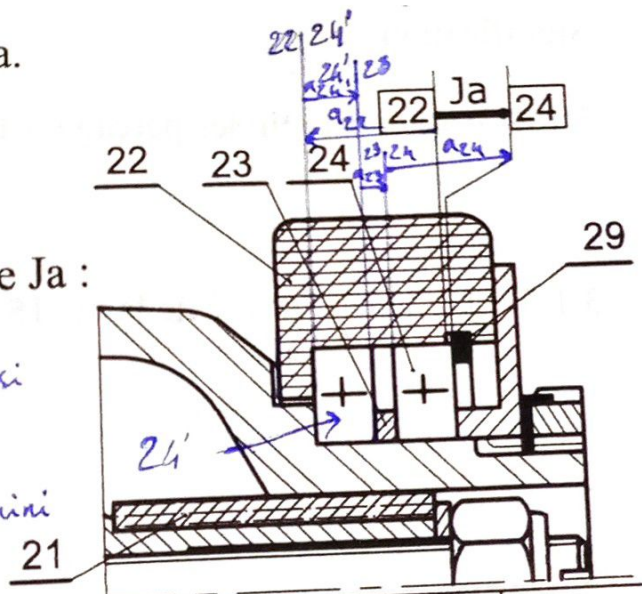
3.3.1- Justifier l'existence la condition Ja.

3.3.2- Tracer la chaîne de cotes installant la condition Ja.

3.3.3- Ecrire les équations aux limites de Ja :

$$Ja_{\text{mini}} = a_{24_{\text{mini}}} + a_{23_{\text{mini}}} + a_{24'_{\text{mini}}} - a_{22_{\text{maxi}}}$$

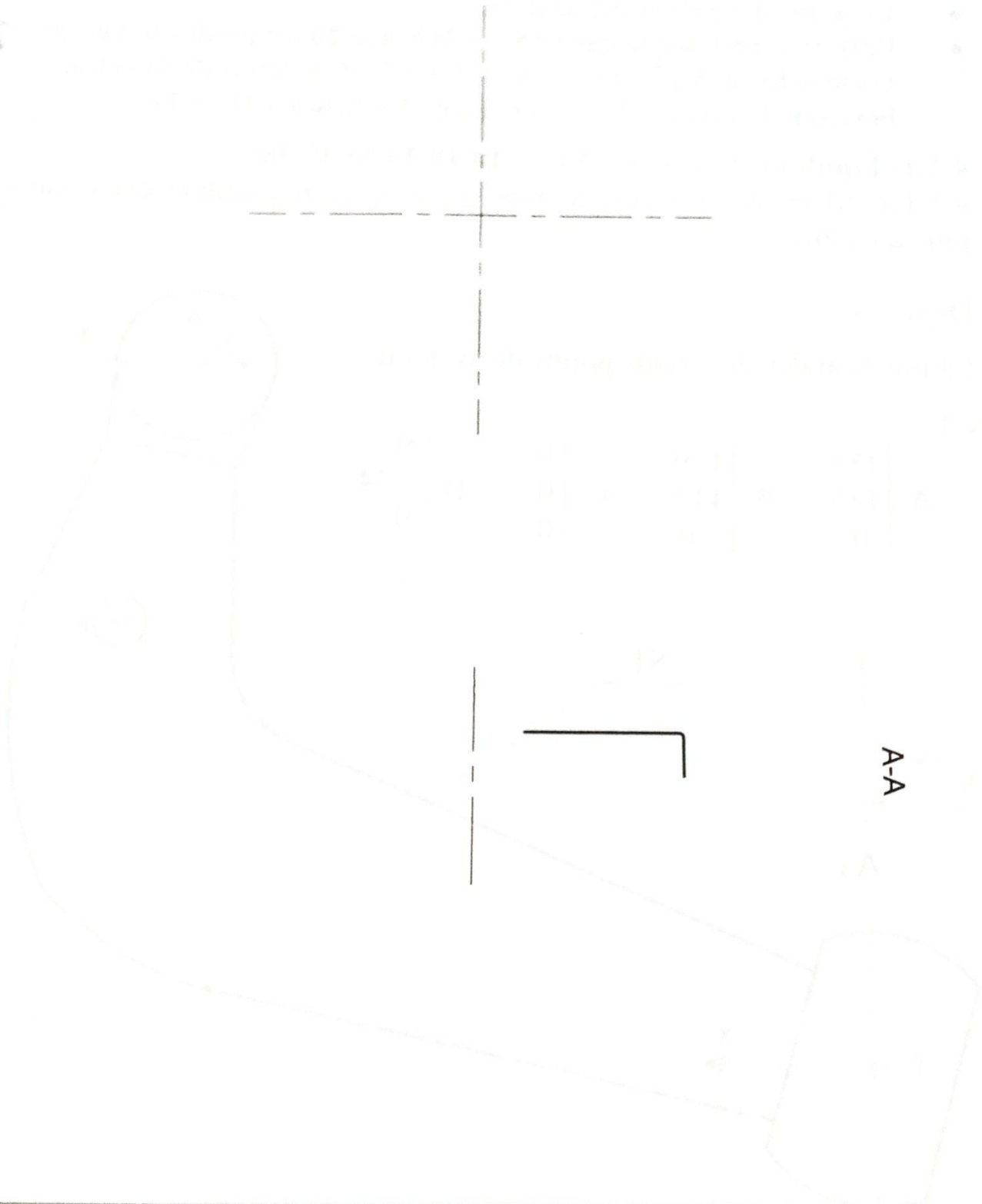
$$Ja_{\text{maxi}} = a_{24_{\text{maxi}}} + a_{23_{\text{maxi}}} + a_{24'_{\text{maxi}}} - a_{22_{\text{mini}}}$$



3.4- TRAVAIL GRAPHIQUE

Ci-dessous terminer le dessin de définition de la pièce 14 à l'échelle 2:3 en :

vue de face coupe A-A (vue du dessin d'ensemble page 3/12)
vue de droite.



4- PARTIE MECANIQUE

4.1- ETUDE STATIQUE

Dans cette partie, l'étude est menée au début de la phase d'ouverture de la pince.

Hypothèses :

- La pince d'attache de télécabine admet un plan de symétrie (O,x,y)
- Les frottements sont négligés.
- Le poids des pièces est négligé.
- l'effort exercé sur le galet **18** par la butée **20** est modélisé par un vecteur force $\vec{A}_{20/18}$ de norme 1500 daN. Cet effort de direction horizontale est dû à la compression des ressorts **10** et **11**.

4.1.1- Équilibre du système $S1 = \{18,19,34,36,37,38\}$.

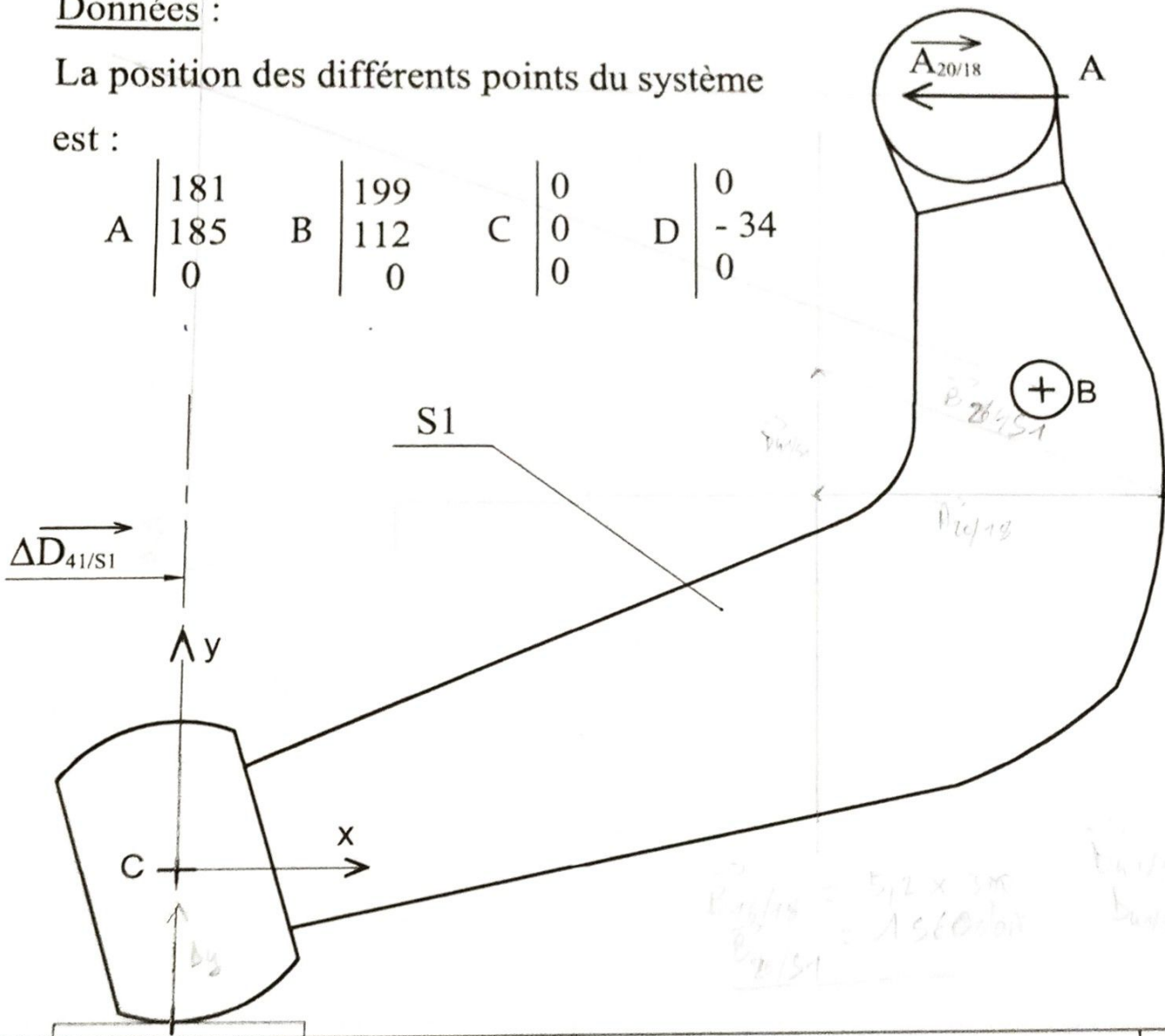
4.1.1.1- $S1$ étant isolé, faire le bilan des actions mécaniques extérieures puis conclure.

Données :

La position des différents points du système

est :

A	$\begin{vmatrix} 181 \\ 185 \\ 0 \end{vmatrix}$	B	$\begin{vmatrix} 199 \\ 112 \\ 0 \end{vmatrix}$	C	$\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$	D	$\begin{vmatrix} 0 \\ -34 \\ 0 \end{vmatrix}$
---	---	---	---	---	---	---	---



D PINCE D'ATTACHE DE TÉLÉCABINE

Bilan des actions mécaniques

\vec{F}_{ext}	•	Δ	$\ \vec{F}_{ext}\ $
$\vec{A}_{201/B}$	A	—	15000 N
\vec{B}_{41/S_1}	b		?
\vec{B}_{26/S_1}	B	?	?

Conclusion :

Le solide S_1 est soumis à l'action de 3 forces extérieures dont 3 inconnues.

Problème isostatique, admet une solution

4.1.1.2- Déterminer par la méthode analytique les actions mécaniques extérieures inconnues.

Selon le P.F.S

$$\textcircled{1} \Rightarrow \vec{A}_{201/B} + \vec{B}_{41/S_1} + \vec{B}_{26/S_1} = \vec{0}$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow \vec{M}_B(\vec{A}_{201/B}) + \vec{M}_B(\vec{B}_{41/S_1}) + \vec{M}_B(\vec{B}_{26/S_1}) = \vec{0}$$

$$\textcircled{1'} \Rightarrow \begin{vmatrix} -15000 & 0 \\ 0 & B_y \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} B_x \\ B_y \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \begin{matrix} (1') \\ (1'') \end{matrix}$$

$$1' \Rightarrow B_x = 15000 \text{ N}$$

$$1'' \Rightarrow b_y + B_y = 0$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow \vec{M}_B(\vec{A}_{201/B}) + \vec{M}_B(\vec{B}_{41/S_1}) + \vec{M}_B(\vec{B}_{26/S_1}) = \vec{0}$$

$$\vec{B}_A \wedge \vec{A}_{201/B} + \vec{B}_B \wedge \vec{B}_{41/S_1} + \vec{B}_B \wedge \vec{B}_{26/S_1} = \vec{0}$$

$$\begin{vmatrix} -13 & -15000 \\ 73 \wedge & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -133 & 0 \\ -146 \wedge & b_y \\ 0 & 0 \end{vmatrix} + \vec{0} = \vec{0}$$

$$\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 1095000 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -133 b_y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} (2')$$

$$2' \Rightarrow b_y = -\frac{1095000}{133} = \underline{\underline{5502,513 \text{ N}}}$$

$$\|\vec{B}_{41/S_1}\| = \sqrt{b_y^2} = b_y$$

$$\boxed{\|\vec{B}_{41/S_1}\| = 5502,513 \text{ N}}$$

$$(1'') \Rightarrow B_y = -b_y$$

$$B_y = -5502,513 \text{ N}$$

$$\|\vec{B}_{26/S_1}\| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{15000^2 + (-5502,513)^2}$$

$$\|\vec{B}_{26/S_1}\| = 15977,410 \text{ N}$$

4.1.2- Equilibre du système $S2 = \{2, 3, 5, 6\}$.

4.1.2.1- $S2$ étant isolé, faire le bilan des actions mécaniques extérieures puis conclure.

On précise que l'action mécanique exercée par le câble sur le mors mobile 2 est modélisée en K par un vecteur force $\vec{K}_{c\grave{a}ble/2}$ de norme 3300 N .

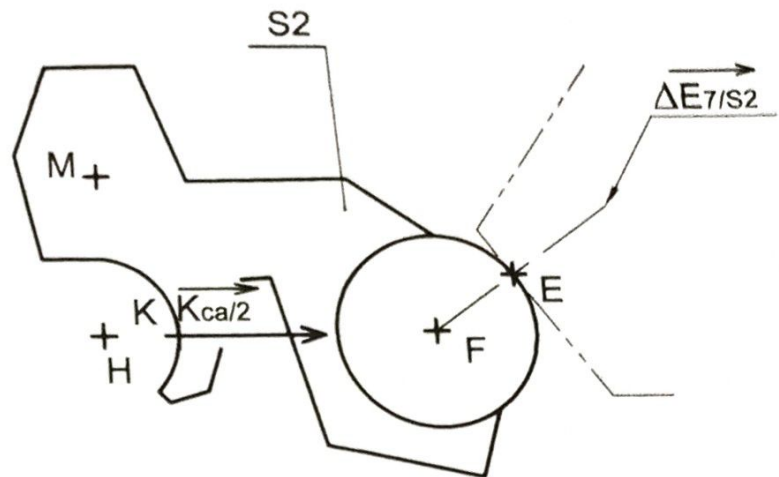
Bilan des actions mécaniques

Conclusion :

\vec{F}_{ext}	•	Δ	$\ \vec{F}_{ext}\ $

4.1.2.2- Déterminer par la méthode graphique les actions mécaniques extérieures inconnues.

Echelle : $1\text{ mm} \Rightarrow 20\text{ N}$



Départ du dynamique

+

Résultats :

4.2- ETUDE CINEMATIQUE

4.2.1- Donner la nature des mouvements suivants:

$$M_{38/16}^{vt}$$

$$M_{17/16}^{vt}$$

4.2.2- Tracer sur la figure la page 12/12 les trajectoires suivantes:

$$T_{D38/16} \text{ et } T_{F7/16}$$

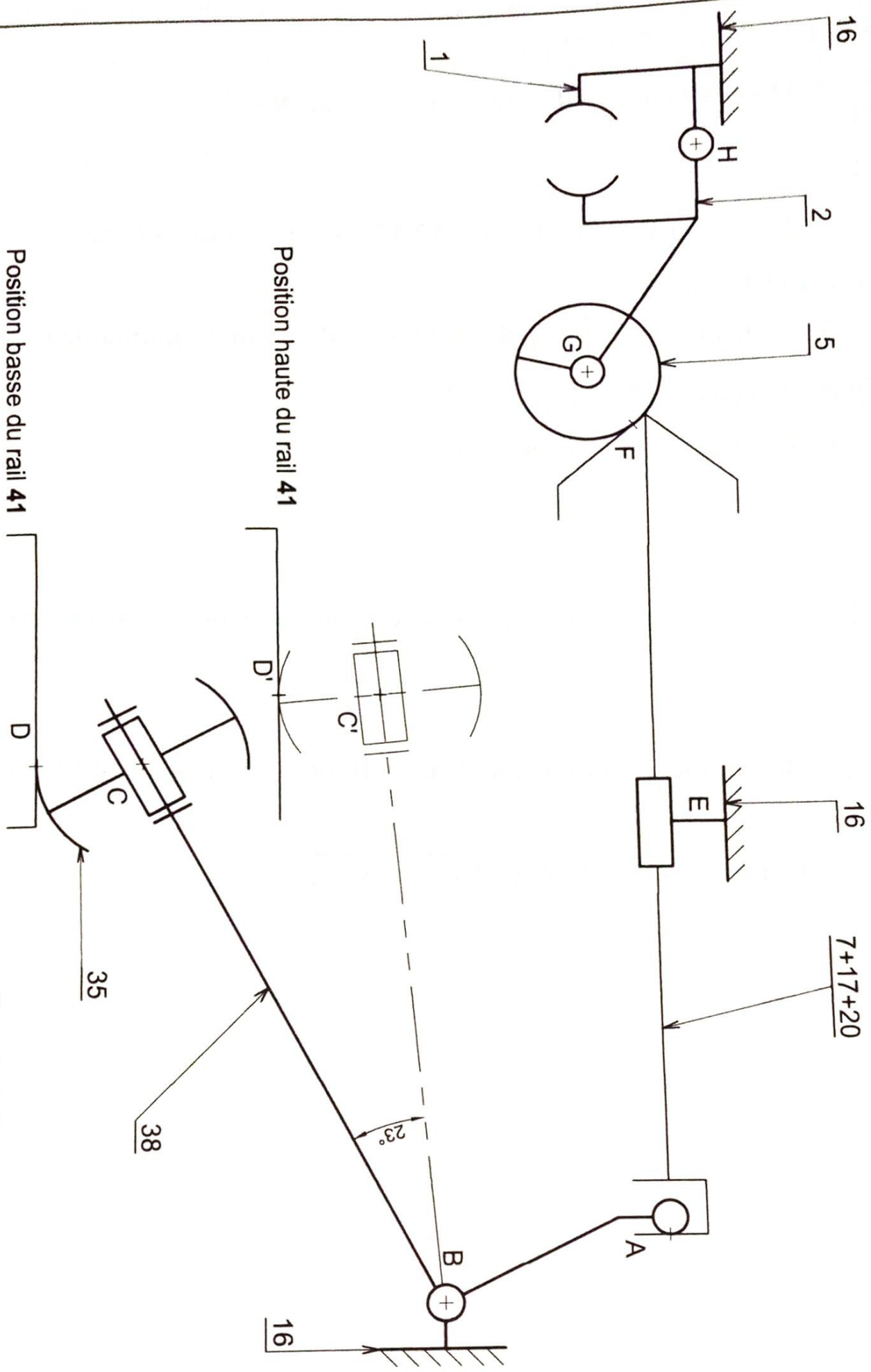
4.2.3- Sachant que $\|\vec{V}_{D38/16}\| = 0,08 \text{ m/s}$, déterminer graphiquement sur la figure de la page 12/12 la vitesse $\vec{V}_{A38/16}$

4.2.4- Justifier ci-dessous que : $\omega_{D38/16} = \omega_{A38/16}$

4.2.5- Ecrire ci dessous la relation de composition de vitesses au point A.

4.2.6- Déterminer graphiquement sur la figure de la page 12/12 la vitesse $\vec{V}_{A20/16}$

4.2.7- Justifier ci-dessous que : $\vec{V}_{F7/16} = \vec{V}_{A20/16}$.



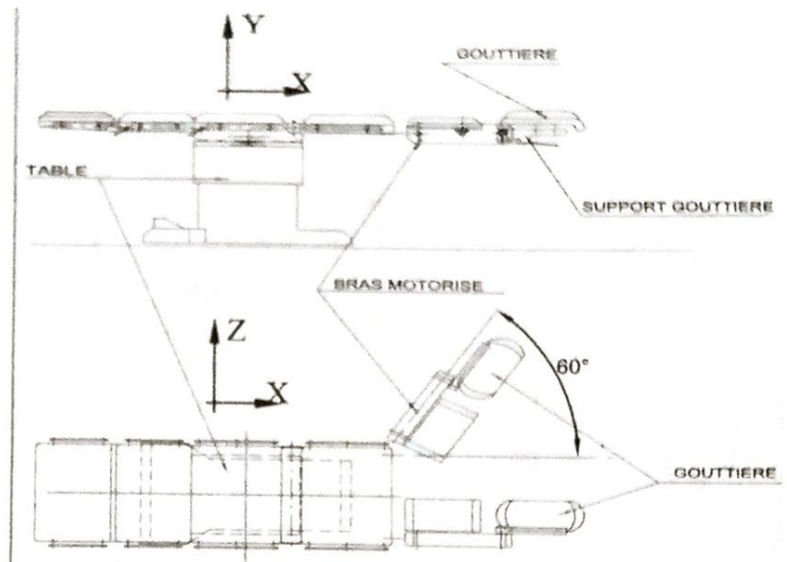
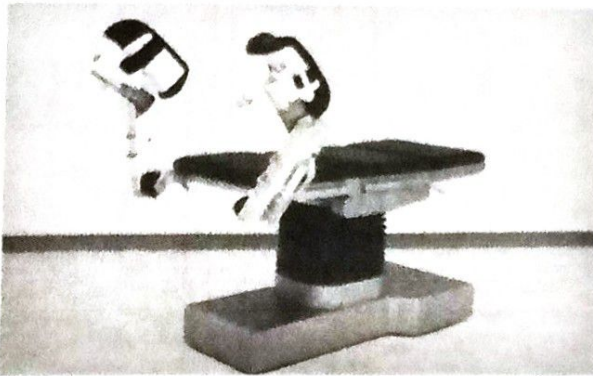
PINCE D'ATTACHE DE TÉLÉCABINE

1- MISE EN SITUATION

Le système soumis à votre étude est un bras motorisé. Il est représenté par les figures ci-dessous et le dessin d'ensemble du document 3/9. Ce bras motorisé sert de lien entre une table hospitalière et les gouttières destinées à soutenir les jambes d'un patient. Le mécanisme étudié doit satisfaire aux normes hospitalières suivantes :

- permettre aux gouttières de soutenir des jambes de 40 Kg dans la position la plus défavorable.
- faire passer en une seule manoeuvre les gouttières (donc les jambes), d'une position horizontale (utile à la chirurgie), à celle dite périnéale (utile à la gynécologie).

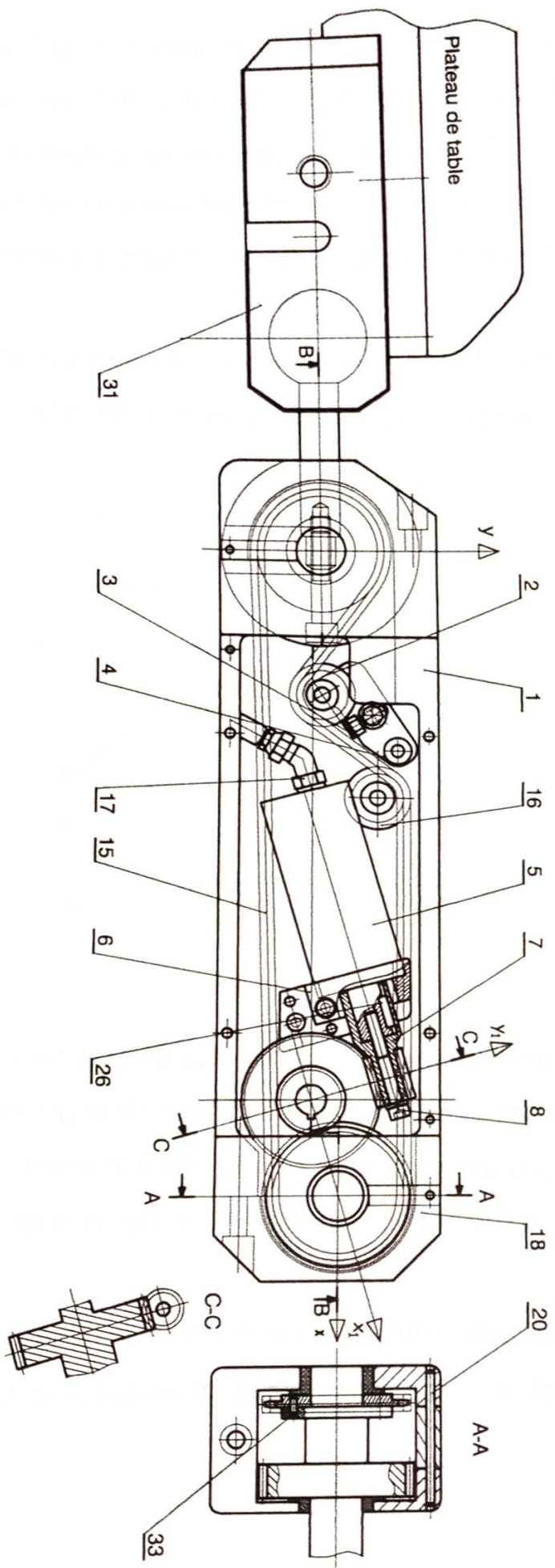
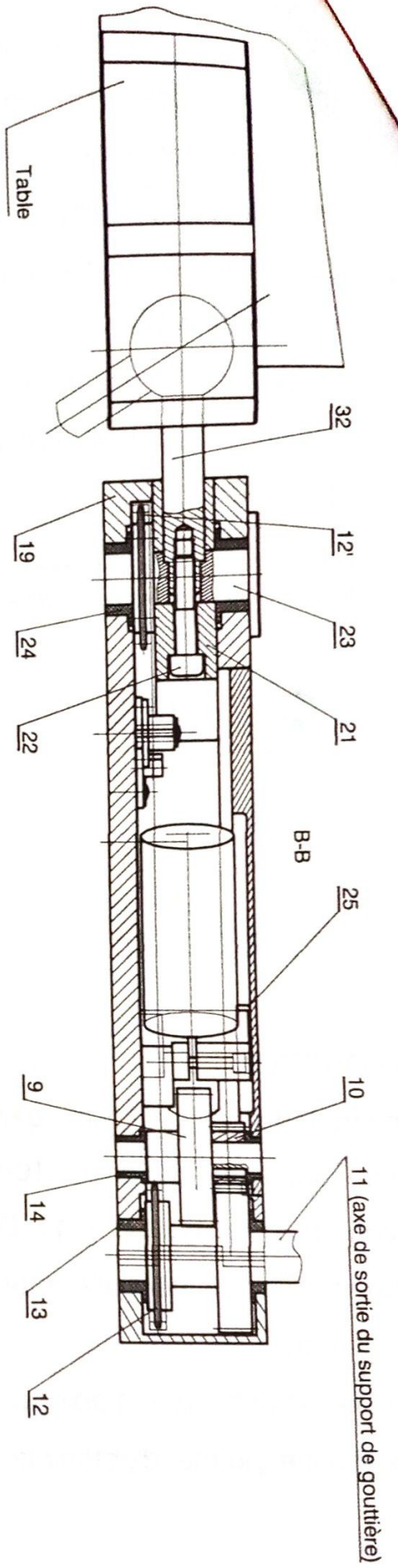
Photographie réalisée pour une position quelconque des bras et des gouttières.



2- FONCTIONNEMENT

Une motorisation par vérin à gaz 5 anime, avec un système roue 9 et vis sans fin 7, un engrenage à denture droite (10-11) de sorte à obtenir une rotation de la gouttière autour de son axe support 11. De plus un système pignon 12 (lié à 11) et chaîne 15 permet simultanément une rotation du bras autour d'un axe solidaire de la table hospitalière.

Une liaison sphérique à doigt verrouillable entre le bras motorisé et la table hospitalière, permet d'obtenir la rotation nécessaire à l'écartement des deux gouttières.



* Vue de face, couvercle 25 enlevée

Echelle 1:2	BTS ELT - EPREUVE DE ESM	SESSION 2024
A3 H	BRAS MOTORISE	Format : A3 H
		3/10

27	1	Support		
26	1	Clavette		
25	1	Couvercle		
24	1		AlCu4MgSi	
23	1	Axe bras		
22	1	Vis CHC M10-50	17 Cr Ni Mo 6	
21	1	Flasque		
20	2	Goupille	AlCu4MgSi	
19	1	Coquille arrière	C 40	
18	1	Coquille avant	AlCu4MgSi	
17	1	Flexible	AlCu4MgSi	
16	1			
15	1	Chaîne pas = 9,525		
14	2	Coussinet	CuSn 8	Fritté
13	4	Coussinet	CuSn 8	Fritté
12	2	Roue pas = 9,525 ; Z = 25	17 Cr Ni Mo 6	
11	1	Pignon arbré m = 2 ; Z = 30	17 Cr Ni Mo 6	
10	1	Pignon m = 2 ; Z = 15	17 Cr Ni Mo 6	
9	1	Roue m = 1 ; Z = 66	17 Cr Ni Mo 6	
8	1	Vis CHC, M6x50		
7	1	Vis sans fin (1 filet; $\beta = 5^{\circ}$; $\alpha = 20^{\circ}$; $D_p = 12$)	C 40	
6	1	Equerre	AlCu4MgSi	
5	1	Moteur OML 8		
4	1	Tendeur	X 30 Cr 13	
3	1	Vis de pression	35 Cr Mo 4	
2	1	Galet	16 Cr Ni 6	
1	1	Corps	AlCu4MgSi	
Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Obs.

A- PARTIE DESSIN INDUSTRIEL

A.1- ANALYSE TECHNIQUE

A.1.1- Quel est le nombre de vis 33 ? Justifier votre réponse.

Nombre :

Justification :

A.1.2- Compléter le tableau ci-dessous, par le nom et le symbole de la liaison entre les pièces suivantes

Pièces	Nom de la liaison	Symbole de la liaison
24 et 19	
21 et 32	
11 et 12	
12 et 1	
Table et 32	

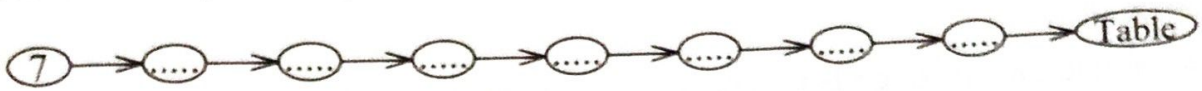
A.1.3- En analysant la solution constructive de l'assemblage de la roue 12 et le pignon arbré 11, compléter le tableau suivant en donnant la solution technologique pour chaque position:

	Mise en position	Maintien en position
Assemblage 11 / 12

A.1.4- Compléter le tableau ci-dessous, en précisant le type d'ajustement entre les pièces puis donner un exemple dans chaque cas.

Pièces	Type d'ajustement	Exemple
23 et 32
9 et 14
13 et 1
11 et 12

4.5- Compléter ci-dessous, la chaîne de la transmission de mouvement de la vis sans fin 7 à la table par les repères suivants : 9, 10, 11, 12, 12', 15 et 32.



A.1.6- Déterminer le rapport de la transmission de vitesses $r_{11/7}$, entre la vis 7 et la roue 11 (voir les caractéristiques dans la nomenclature).

.....

.....

.....

A.1.7- Pour des raisons de sécurité et de confort, la fréquence de rotation de la roue 11 ne doit pas dépasser 6,5 tr/min. Déterminer dans ce cas, la fréquence de rotation N_m du moteur 5.

.....

.....

.....

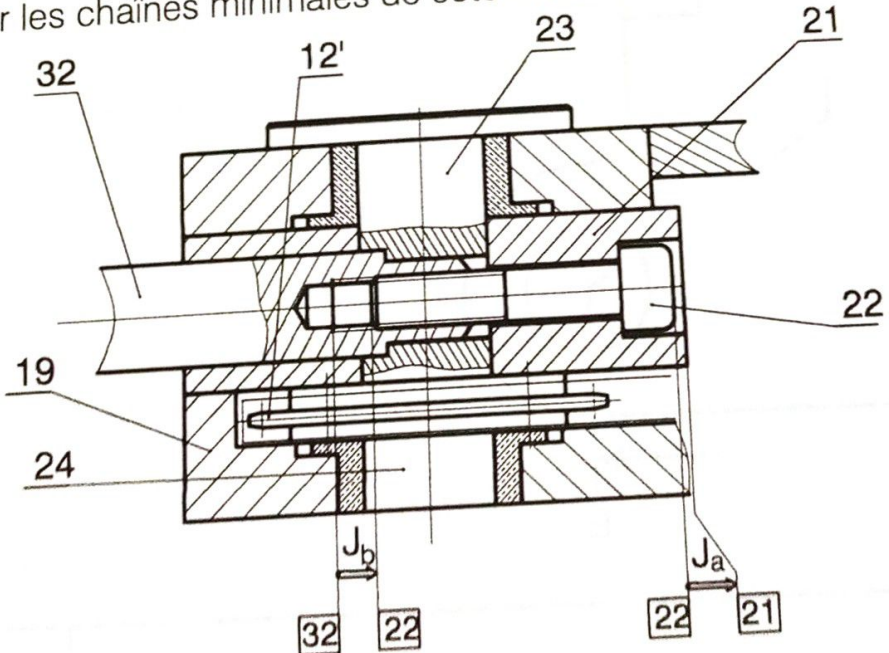
A.1.8- Calculer en m/s, la valeur de la vitesse linéaire V_{15} de la chaîne 15.

.....

.....

.....

A.1.9- Tracer les chaînes minimales de cotes relatives aux cotes conditions J_a et J_b .



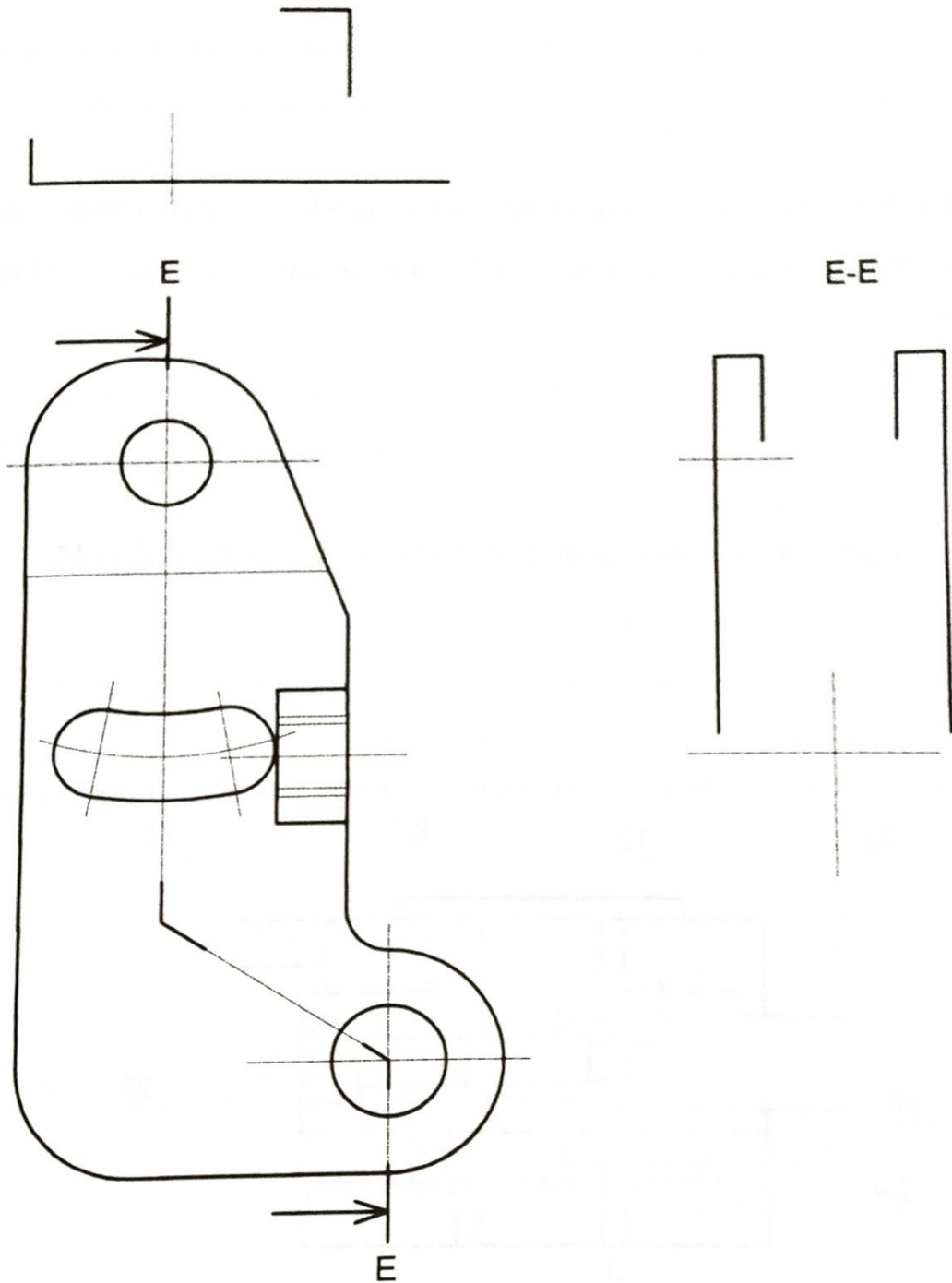
A.2- Dessin définition du tendeur 4

Ci-dessous, compléter, à l'échelle 2 : 1, le dessin de définition du tendeur 4 suivant :

-la vue de dessous;

-la vue de gauche en coupe E-E (coupe brisée à plans sécants).

N.B : La vue de face est complète.



Echelle 5 : 1



A4 V

TENDEUR 4

7/10

PARTIE MECANIQUE

3.1- Statique

Cette étude statique a pour objectif de valider le choix de la chaîne à rouleaux en déterminant l'effort maximal exercé par le tendeur sur celle-ci.

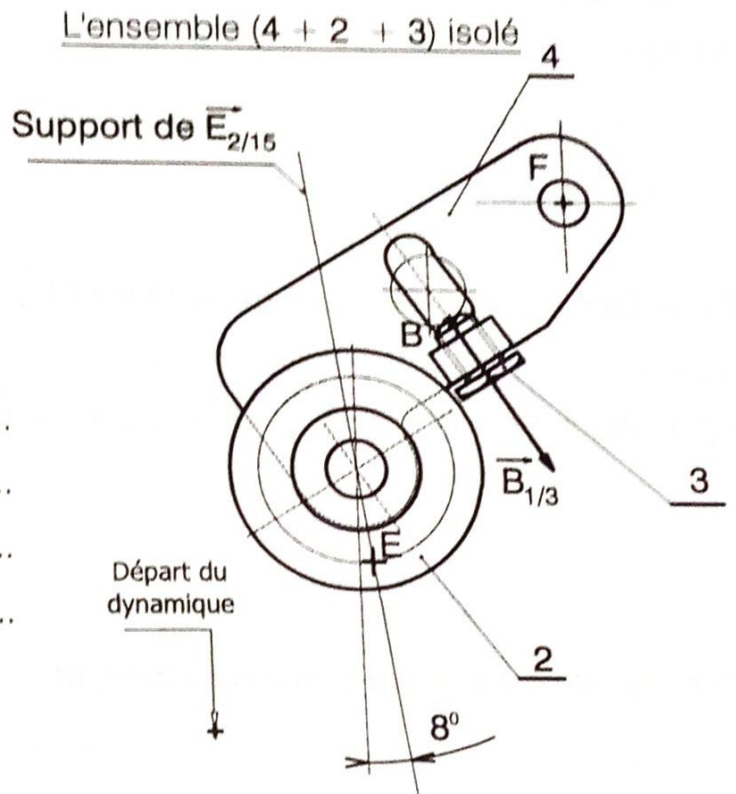
Afin de répondre aux questions, on fera les hypothèses suivantes :

- toutes les liaisons sont considérées parfaites,
- le frottement et ses effets sont négligés,
- le poids propre de chaque pièce est négligé.

B.1.1- L'ensemble (4 + 2 + 3) étant isolé, faire le bilan des actions mécaniques extérieures et justifier que le système est en équilibre isostatique.

Bilan des actions mécaniques extérieures.

\vec{F}_{ext}	•	Δ	$\ \vec{F}_{ext}\ $
$\vec{B}_{1/3}$	B	\	3600 N



Justification:

.....

B.1.2- Déterminer graphiquement les actions mécaniques en E et en F.

Echelle : 1mm → 50 N

$\|\vec{E}_{15/2}\| = \dots\dots\dots$

$\|\vec{F}_{.../...}\| = \dots\dots\dots$

B.2- CINEMATIQUE

Cette étude a pour but de déterminer la vitesse linéaire $\vec{V}_{O_3SG/T}$ du point O_3 du support de la gouttière.

La figure du document 10/10 montre une position intermédiaire du bras et de la gouttière ainsi que leur sens de rotation.

On rappelle que $N_{SG/B} = N_{B/T} = 6,5$ tr/min. On utilisera les abréviations suivantes :

T = Table, B = Bras et SG = Support Gouttière.

On donne : $O_1O_3 = 564$ mm , $O_2O_3 = 255$ mm.

B.2.1- Quelle est la nature du mouvement $M_{SG/B}^{vt}$;

B.2.2- Déterminer la norme du vecteur vitesse $\vec{V}_{O_3SG/B}$ puis tracer le sur document 10/10.

B.2.3- Quelle est la nature du mouvement $M_{B/T}^{vt}$?

B.2.4- Déterminer la norme du vecteur vitesse $\vec{V}_{O_3B/T}$ puis tracer le sur la figure ;

B.2.5- Quelle est la nature du mouvement $M_{SG/T}^{vt}$?

B.2.6- Etablir la relation de composition des vitesses entre ces trois vitesses $\vec{V}_{O_3SG/T}$, $\vec{V}_{O_3SG/B}$ et $\vec{V}_{O_3B/T}$.

B.2.7- Déterminer graphiquement la norme du vecteur vitesse $\vec{V}_{O_3SG/T}$.

$\|\vec{V}_{O_3SG/T}\| = \dots\dots\dots$

Echelle des vitesses : 1mm → 5 mm/s

