

SESSION 2006

## DOSSIER DE TRAVAIL.

# U11 - LIT MEDICALISE

L'ETUDE PORTE SUR LE NOUVEAU MECANISME DU RELEVÉ BUSTE.

Dans le but de valider l'objectif, l'exercice se décompose en 3 parties :

## CORRECTION

**1. PREMIERE PARTIE.**

Cette première partie vise à déterminer la course de déplacement de la tige du **vérin électrique** du relève buste (voir Doc. 3/16 - fig. 3).

**2. DEUXIEME PARTIE.**

Cette deuxième partie vise à déterminer l'action mécanique maximale exercée par le **vérin électrique** (voir Doc. 3/16 - fig. 3) dans le mécanisme du relève buste, compte tenu, de la nouvelle géométrie de l'ensemble.

**3. TROISIEME PARTIE.**

Cette troisième partie vise à vérifier la résistance de l'**axe d'articulation** le plus sollicité. Il s'agit de l'**axe d'articulation du balancier** (voir Doc. 3/16 - fig. 3).

Barème : sur 20 points.

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1. Première partie :  | sur 9 points. |
| 2. Deuxième partie :  | sur 6 points. |
| 3. Troisième partie : | sur 5 points. |

---

Total	sur 20 points
-------	---------------

## 1. PREMIERE PARTIE.

Dans cette première partie l'étude vise à déterminer la course de la tige du **vérin électrique** de déplacement du relève buste dans le but de choisir le vérin (voir Doc. 3/16 - fig. 3).

### Hypothèses :

- L'étude est réalisée dans le plan de symétrie (0, x, y) que possède le système.

**1.1.** Identifiez les mouvements des différentes pièces sur la nouvelle cinématique proposée. Voir **Doc. 14/16** , et **Doc. 15/16** :

/2pts

Pièces	Mouvements et caractéristiques du mouvements
Balancier 3 / Châssis 1	Rotation autour de l'axe (A, $\vec{z}$ )
Biellette 4 / Châssis 1	Rotation autour de l'axe (C, $\vec{z}$ )
Relève buste 6 / Bielle 4	Rotation autour de l'axe (D, $\vec{z}$ )
Axe E du galet 2 / Châssis 1	Translation suivant l'axe (E, $\vec{x}$ )

**1.2.** Tracez, sur le schéma **Doc. 14/16**, les trajectoires des points suivants : B  $\varepsilon_{3/1}$  ; I  $\varepsilon_{3/1}$  ; D  $\varepsilon_{4/1}$  ; E  $\varepsilon_{2/1}$  ;

**1.3.** Pour déterminer les valeurs des déplacements des différentes pièces qui constituent le mécanisme de relève buste, le bureau d'étude utilise un logiciel de simulation mécanique.

A l'aide des schémas cinématiques **Doc. 14/16** et **Doc. 15/16** et en utilisant le vocabulaire de la boîte de dialogue **Sélection du type de liaison** (fig. 4) du logiciel de simulation mécanique, recensez et portez, dans le tableau page suivante, le type de liaisons entre les différentes pièces du mécanisme.

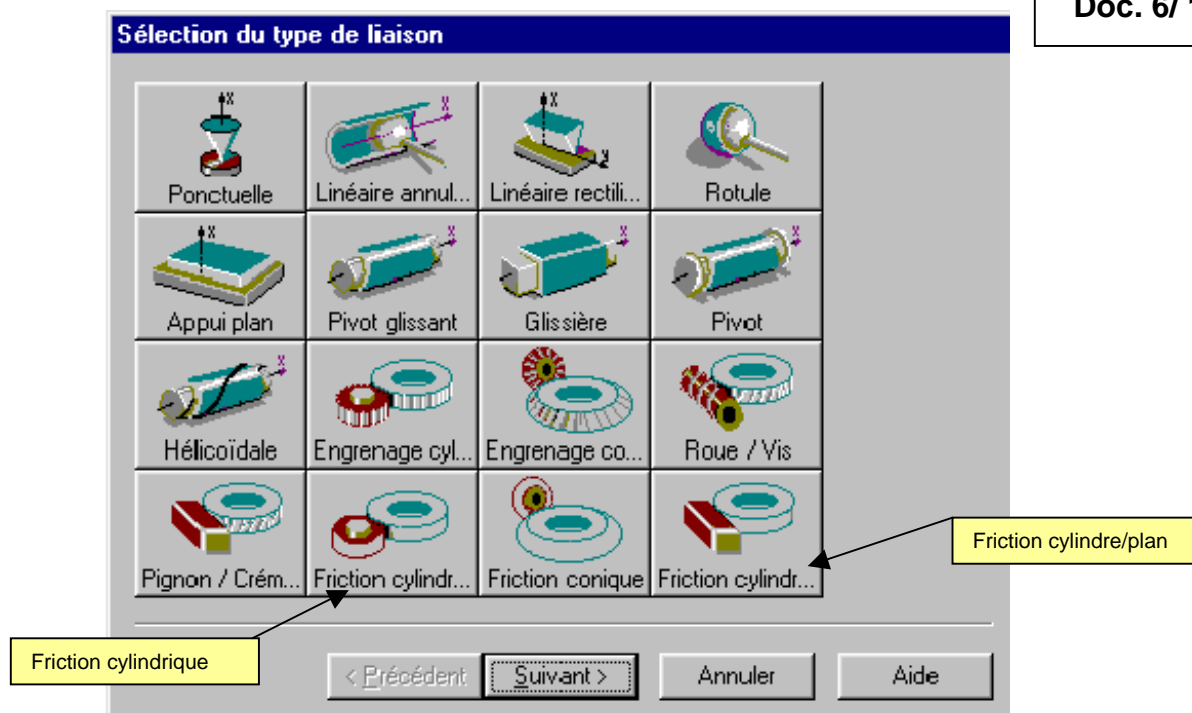


Fig. 4

/3pts

	Châssis 1	Galet 2	Balancier 3	Biellette 4	Galet 5	Relève buste 6
Châssis 1		<i>Friction cylindre / plan</i>	<i>Pivot</i>	<i>Pivot</i>		
Galet 2						<i>Pivot</i>
Balancier 3					<i>Pivot</i>	
Biellette 4						<i>Pivot</i>
Galet 5						<i>Friction cylindre / plan</i>
Relève buste 6						

**1.4.** Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus après traitement par le logiciel de simulation mécanique. Ces résultats définissent la position du centre de la liaison en I dans le repère de la pièce Châssis 1.

La **position initiale** correspond à la **position N° 000** et la **position finale** correspond à la **position N° 020**. Pour la lecture des valeurs voir le **document ressource Doc. 16/16**.

Position du centre de la liaison en I dans le repère de la pièce Châssis 1					
No	Temps(s)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	Norme(mm)
000	+0.0000e+000	+3.6931e+002	+4.8705e+001	+1.0000e+001	+3.7264e+002
001	+5.0000e-001	+3.7670e+002	+4.0211e+001	+1.0000e+001	+3.7897e+002
002	+1.0000e+000	+3.8447e+002	+3.2572e+001	+1.0000e+001	+3.8598e+002
003	+1.5000e+000	+3.9256e+002	+2.5746e+001	+1.0000e+001	+3.9353e+002
004	+2.0000e+000	+4.0084e+002	+1.9738e+001	+1.0000e+001	+4.0145e+002
005	+2.5000e+000	+4.0920e+002	+1.4533e+001	+1.0000e+001	+4.0958e+002
006	+3.0000e+000	+4.1755e+002	+1.0097e+001	+1.0000e+001	+4.1779e+002
007	+3.5000e+000	+4.2585e+002	+6.3556e+000	+1.0000e+001	+4.2602e+002
008	+4.0000e+000	+4.3392e+002	+3.3129e+000	+1.0000e+001	+4.3404e+002
009	+4.5000e+000	+4.4175e+002	+8.7560e-001	+1.0000e+001	+4.4187e+002
010	+5.0000e+000	+4.4938e+002	-1.0299e+000	+1.0000e+001	+4.4950e+002
011	+5.5000e+000	+4.5672e+002	-2.4470e+000	+1.0000e+001	+4.5684e+002
012	+6.0000e+000	+4.6377e+002	-3.4346e+000	+1.0000e+001	+4.6389e+002
013	+6.5000e+000	+4.7049e+002	-4.0436e+000	+1.0000e+001	+4.7061e+002
014	+7.0000e+000	+4.7693e+002	-4.3265e+000	+1.0000e+001	+4.7705e+002
015	+7.5000e+000	+4.8311e+002	-4.3226e+000	+1.0000e+001	+4.8323e+002
016	+8.0000e+000	+4.8906e+002	-4.0638e+000	+1.0000e+001	+4.8918e+002
017	+8.5000e+000	+4.9482e+002	-3.5750e+000	+1.0000e+001	+4.9493e+002
018	+9.0000e+000	+5.0040e+002	-2.8738e+000	+1.0000e+001	+5.0051e+002
019	+9.5000e+000	+5.0584e+002	-1.9711e+000	+1.0000e+001	+5.0595e+002
020	+1.0000e+001	+5.1119e+002	-8.7110e-001	+1.0000e+001	+5.1129e+002

A l'aide de ces résultats, calculez la course C de la tige du vérin électrique. Voir document ressource **Doc. 16/16**.

/2pts

$$C = \sqrt{(x_{020} - x_{000})^2 + (y_{020} - y_{000})^2}$$

$$C = \sqrt{(5,1119 \cdot 10^2 - 3,6931 \cdot 10^2)^2 + (-8,711 \cdot 10^{-1} - 4,8705 \cdot 10^1)^2}$$

$$C = \sqrt{(141,88)^2 + (49.5761)^2}$$

$$C = \sqrt{20129,934 + 2457,789}$$

Le vérin choisi devra avoir une course de :

**C = 150,29 mm**

## 2. DEUXIEME PARTIE.

Pour être homologué par l'organisme AFNOR Médical, le lit médicalisé doit subir des tests en charges statique et dynamique. Cette « charge dynamique » permet une étude intégrant les différentes masses et les effets d'inertie.

Pour le mécanisme de relèvement buste, les charges de test sont appliquées au point G (Doc. 14/16 et Doc. 15/16) :

Charge de test :  $P = 3060 \text{ N}$ .

On se propose de déterminer les valeurs des efforts générés par la charge de test sur les différentes pièces qui constituent le mécanisme. en vue de leur dimensionnement (3<sup>ème</sup> partie de l'étude) et du choix du vérin. Pour cela, le bureau d'étude utilise un logiciel de simulation mécanique.

On vous demande de :

**2.1.** Préparer le traitement informatique pour la simulation du test sous charge avec  $P = 3060 \text{ N}$ .

Sur la boîte de dialogue **Sélection du type d'effort** (fig. 5) du logiciel de simulation mécanique, indiquez le choix que vous faites pour définir le type de l'action mécanique P.

Indiquez votre réponse en entourant d'un trait le bouton choisi.

/1pt



### Constant et fixe :

Effort constant en valeur algébrique au cours du mouvement, de direction fixe dans le repère général et de point de réduction lié à une pièce (exemple : action de la pesanteur).

### Constant et lié à la pièce :

Effort constant en valeur algébrique au cours du mouvement, de direction fixe par rapport à une pièce.

### Variable et fixe :

Effort dont la valeur algébrique est variable en fonction du temps ou de la position du point de réduction lié à une pièce et dont la direction est fixe dans le repère général.

### Variable et lié à la pièce :

Effort dont la valeur algébrique est variable en fonction du temps ou de la position du point de réduction lié à une pièce et dont la direction est fixe par rapport à une pièce.

### Ressort :

Effort exercé par un ressort hélicoïdal à raideur constante.

### Amortisseur :

Effort défini dans une liaison glissière ou pivot glissant qui agit sur chacune des pièces de la liaison en s'opposant à leur déplacement relatif. La valeur de l'effort est proportionnelle à la vitesse du déplacement.

### Vérin :

Un effort de ce type est exercé par un vérin.

### Moteur :

Un effort de ce type est exercé par un moteur.

### Inconnu et fixe :

Effort de valeur algébrique inconnu qui sera déterminé par Méca3D au cours du mouvement, de direction fixe dans le repère général et de point de réduction lié à une pièce.

### Inconnu et lié à la pièce :

Effort de valeur algébrique inconnu qui sera déterminé par Méca3D au cours du mouvement, de direction fixe par rapport à une pièce.

Fig. 5

### Vérin inconnu :

Un effort de ce type est exercé par un vérin et sera déterminé par Méca3D.

### Moteur inconnu :

Un effort de ce type est exercé par un moteur et sera déterminé par Méca3D.

2.2. A l'aide du document 14/16, compléter la boîte de dialogue ci-dessous pour définir la charge de test P.

/2,5pts

**Définition de données**

Point de réduction

G

Repère de référence

$R = (0, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

Résultante [ N ]

X:

0

Y:

-3060

Z:

0

Moment [ Nm ]

X:

0

Y:

0

Z:

0

< Précédent
Terminer
Annuler
Aide

2.3. Etudier les actions mécaniques sur le balancier 3, générées par la charge de test  $P = 3060 \text{ N}$ .

Les tableaux ci-dessous présentent après traitement informatique les résultats relatifs à l'action du balancier 3 sur :

- le châssis 1 en A ; le galet 5 en B ; le vérin électrique en I.

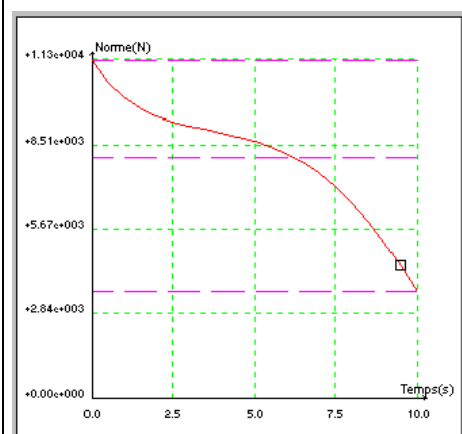
Pour la lecture des valeurs voir le **document ressource Doc. 16/1**.

**Rappel :** La **position initiale** correspond à la **position N° 000** et la **position finale** correspond à la **position N° 020**.

**Liaison en A :**

Action mécanique du Balancier <3> sur le Châssis<1> en A dans le repère Châssis <1>.

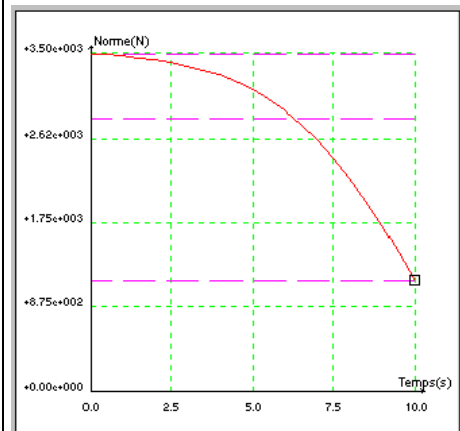
No	Temps(s)	Fxi(N)	Fyi(N)	Fzi(N)	Norme(N)
000	+0.0000e+000	+1.0623e+004	-3.9799e+003	+0.0000e+000	+1.1344e+004
001	+5.0000e-001	+9.7879e+003	-4.0612e+003	+0.0000e+000	+1.0597e+004
002	+1.0000e+000	+9.2165e+003	-4.0977e+003	+0.0000e+000	+1.0086e+004
003	+1.5000e+000	+8.8207e+003	-4.0976e+003	+0.0000e+000	+9.7260e+003
004	+2.0000e+000	+8.5580e+003	-4.0654e+003	+0.0000e+000	+9.4745e+003
005	+2.5000e+000	+8.3835e+003	-4.0046e+003	+0.0000e+000	+9.2908e+003
006	+3.0000e+000	+8.2658e+003	-3.9170e+003	+0.0000e+000	+9.1469e+003
007	+3.5000e+000	+8.1877e+003	-3.8039e+003	+0.0000e+000	+9.0282e+003
008	+4.0000e+000	+8.1250e+003	-3.6657e+003	+0.0000e+000	+8.9137e+003
009	+4.5000e+000	+8.0624e+003	-3.5030e+003	+0.0000e+000	+8.7905e+003
010	+5.0000e+000	+7.9832e+003	-3.3162e+003	+0.0000e+000	+8.6446e+003
011	+5.5000e+000	+7.8716e+003	-3.1059e+003	+0.0000e+000	+8.4622e+003
012	+6.0000e+000	+7.7126e+003	-2.8733e+003	+0.0000e+000	+8.2304e+003
013	+6.5000e+000	+7.4911e+003	-2.6202e+003	+0.0000e+000	+7.9361e+003
014	+7.0000e+000	+7.1942e+003	-2.3495e+003	+0.0000e+000	+7.5681e+003
015	+7.5000e+000	+6.8112e+003	-2.0651e+003	+0.0000e+000	+7.1173e+003
016	+8.0000e+000	+6.3347e+003	-1.7723e+003	+0.0000e+000	+6.5779e+003
017	+8.5000e+000	+5.7618e+003	-1.4776e+003	+0.0000e+000	+5.9482e+003
018	+9.0000e+000	+5.0945e+003	-1.1886e+003	+0.0000e+000	+5.2313e+003
019	+9.5000e+000	+4.3404e+003	-9.1314e+002	+0.0000e+000	+4.4354e+003
020	+1.0000e+001	+3.5120e+003	-6.5921e+002	+0.0000e+000	+3.5733e+003



**Liaison en B :**

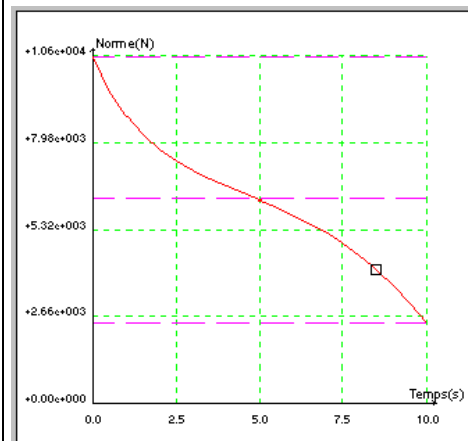
Action mécanique du Balancier <3> sur le Galet <5> en B dans le repère Châssis <1>.

No	Temps(s)	Fxi(N)	Fyi(N)	Fzi(N)	Norme(N)
000	+0.0000e+000	+0.0000e+000	+3.4983e+003	+0.0000e+000	+3.4983e+003
001	+5.0000e-001	-2.1293e+002	+3.4814e+003	+0.0000e+000	+3.4879e+003
002	+1.0000e+000	-4.2339e+002	+3.4483e+003	+0.0000e+000	+3.4742e+003
003	+1.5000e+000	-6.2989e+002	+3.3986e+003	+0.0000e+000	+3.4565e+003
004	+2.0000e+000	-8.3083e+002	+3.3323e+003	+0.0000e+000	+3.4343e+003
005	+2.5000e+000	-1.0244e+003	+3.2488e+003	+0.0000e+000	+3.4065e+003
006	+3.0000e+000	-1.2083e+003	+3.1478e+003	+0.0000e+000	+3.3717e+003
007	+3.5000e+000	-1.3804e+003	+3.0290e+003	+0.0000e+000	+3.3287e+003
008	+4.0000e+000	-1.5377e+003	+2.8919e+003	+0.0000e+000	+3.2753e+003
009	+4.5000e+000	-1.6770e+003	+2.7367e+003	+0.0000e+000	+3.2097e+003
010	+5.0000e+000	-1.7950e+003	+2.5635e+003	+0.0000e+000	+3.1294e+003
011	+5.5000e+000	-1.8875e+003	+2.3729e+003	+0.0000e+000	+3.0321e+003
012	+6.0000e+000	-1.9507e+003	+2.1665e+003	+0.0000e+000	+2.9153e+003
013	+6.5000e+000	-1.9804e+003	+1.9461e+003	+0.0000e+000	+2.7766e+003
014	+7.0000e+000	-1.9729e+003	+1.7150e+003	+0.0000e+000	+2.6141e+003
015	+7.5000e+000	-1.9250e+003	+1.4771e+003	+0.0000e+000	+2.4265e+003
016	+8.0000e+000	-1.8349e+003	+1.2377e+003	+0.0000e+000	+2.2133e+003
017	+8.5000e+000	-1.7022e+003	+1.0027e+003	+0.0000e+000	+1.9756e+003
018	+9.0000e+000	-1.5284e+003	+7.7875e+002	+0.0000e+000	+1.7154e+003
019	+9.5000e+000	-1.3171e+003	+5.7270e+002	+0.0000e+000	+1.4362e+003
020	+1.0000e+001	-1.0740e+003	+3.9091e+002	+0.0000e+000	+1.1429e+003

**Liaison en I :**

Action mécanique du Balancier <3> sur la tige du vérin électrique en I dans le repère Châssis<1>

No	Temps(s)	Fx(N)	Fy(N)	Fz(N)	Norme(N)
000	+0.0000e+000	-1.0623e+004	+4.8163e+002	+0.0000e+000	+1.0634e+004
001	+5.0000e-001	-9.5750e+003	+5.7986e+002	+0.0000e+000	+9.5925e+003
002	+1.0000e+000	-8.7931e+003	+6.4943e+002	+0.0000e+000	+8.8171e+003
003	+1.5000e+000	-8.1908e+003	+6.9899e+002	+0.0000e+000	+8.2206e+003
004	+2.0000e+000	-7.7272e+003	+7.3312e+002	+0.0000e+000	+7.7619e+003
005	+2.5000e+000	-7.3592e+003	+7.5574e+002	+0.0000e+000	+7.3979e+003
006	+3.0000e+000	-7.0574e+003	+7.6920e+002	+0.0000e+000	+7.0992e+003
007	+3.5000e+000	-6.8073e+003	+7.7488e+002	+0.0000e+000	+6.8513e+003
008	+4.0000e+000	-6.5874e+003	+7.7375e+002	+0.0000e+000	+6.6326e+003
009	+4.5000e+000	-6.3854e+003	+7.6630e+002	+0.0000e+000	+6.4312e+003
010	+5.0000e+000	-6.1883e+003	+7.5271e+002	+0.0000e+000	+6.2339e+003
011	+5.5000e+000	-5.9841e+003	+7.3293e+002	+0.0000e+000	+6.0288e+003
012	+6.0000e+000	-5.7619e+003	+7.0682e+002	+0.0000e+000	+5.8051e+003
013	+6.5000e+000	-5.5107e+003	+6.7408e+002	+0.0000e+000	+5.5518e+003
014	+7.0000e+000	-5.2213e+003	+6.3447e+002	+0.0000e+000	+5.2597e+003
015	+7.5000e+000	-4.8861e+003	+5.8793e+002	+0.0000e+000	+4.9214e+003
016	+8.0000e+000	-4.4998e+003	+5.3460e+002	+0.0000e+000	+4.5314e+003
017	+8.5000e+000	-4.0596e+003	+4.7496e+002	+0.0000e+000	+4.0872e+003
018	+9.0000e+000	-3.5661e+003	+4.0984e+002	+0.0000e+000	+3.5896e+003
019	+9.5000e+000	-3.0233e+003	+3.4045e+002	+0.0000e+000	+3.0424e+003
020	+1.0000e+001	-2.4380e+003	+2.6830e+002	+0.0000e+000	+2.4527e+003



A l'aide des schémas Doc. 14/1 et Doc. 15/1 et d'après les résultats fournis ci-dessus Recherchez l'action mécanique maximale que doit fournir le vérin électrique.

/1pt

Valeur maximale de l'action mécanique du balancier sur le vérin :

Position n°	Temps	Fx	Fy	Fz	Norme
000	0	-1,0623.10 <sup>4</sup>	4,8163.10 <sup>2</sup>	0	1,0634.10 <sup>4</sup>

En déduire, en énonçant le théorème, la valeur maximale de l'action mécanique que doit exercer le vérin sur le balancier, compléter le tableau ci-dessous :

\_\_ On utilise le théorème des actions réciproques, l'action mécanique réciproque est donc de  
\_\_ direction identique, de sens opposé et de même norme \_\_

/0,5pt

Valeur maximale de l'action mécanique du vérin sur le balancier :

Position n°	Temps	Fx	Fy	Fz	Norme
000	0	+1,0623.10 <sup>4</sup>	- 4,8163.10 <sup>2</sup>	0	1,0634.10 <sup>4</sup>

**2.4.** Vous disposez ci-dessous d'un extrait du catalogue du fournisseur (*magnetic*) pour le **vérin électrique retenu**.

Type	Force en utilisation en N	Course en mm	Vitesse en mm/s	Tension en Volts	Degré de protection IP	Tube extérieur en mm	Longueur en mm	Poids en kg
MATRIX								
MAX3...C	12 000	50-700	14	24DC	66	Carré 43	415	4,0

Vérifiez si le vérin retenu convient en prenant en compte les résultats obtenus précédemment :

\_\_\_\_\_ Oui il convient \_\_\_\_\_

**/1pt**

Justifiez votre réponse

**la course de 150,29mm  $\in$  [50 ;700]**

**L'effort maximal que peut produire le vérin en charge (10634N) est inférieur à 12 000N**

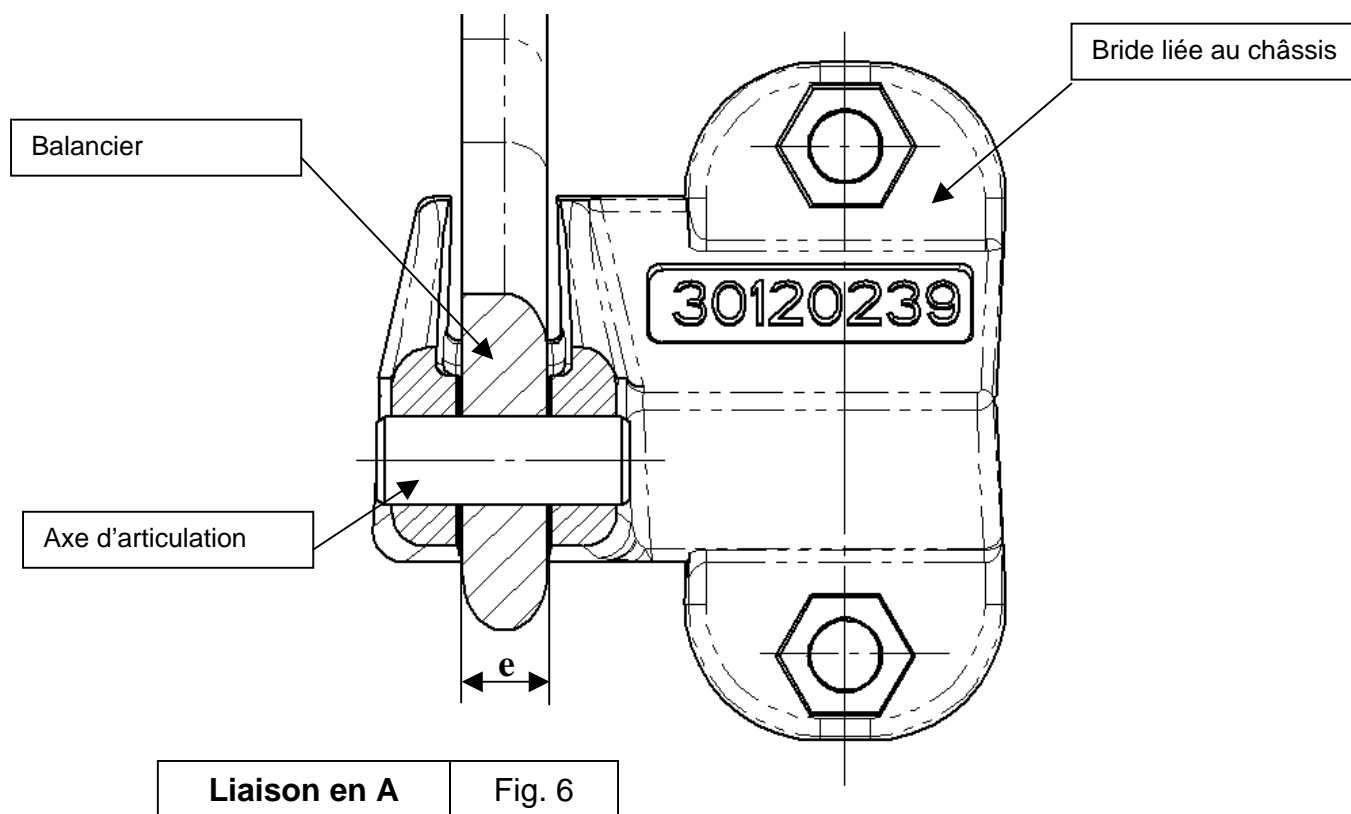
.



### 3. TROISIEME PARTIE.

3.1. Vérification de la condition de résistance de l'axe le plus sollicité.

La **charge de test P** (3060 N) provoque une action mécanique du **balancier 3** sur le **châssis 1** dans la **liaison en A**. Voir tableau des valeurs **Doc 9/16**.



3.2. Déterminez la nature des sollicitations sur l'axe d'articulation (Voir fig. 6).

/1pt

...Cisaillement et matage.....

#### Données concernant l'axe d'articulation.

Pression de matage admissible :  $p_{adm} = 20 \text{ MPa}$

$e = 10 \text{ mm}$

Limite élastique du matériau utilisé :  $Re = 200 \text{ MPa}$ .

Limite élastique au glissement :  $Reg = 0,8 \cdot Re$ .

Coefficient de sécurité imposé par la norme :  $s = 3$ .

Diamètre de l'axe d'articulation :  $d = 12 \text{ mm}$ .

3.3. Détermination des conditions de résistance de l'axe d'articulation au matage.  
(Voir fig. 6).

/3pts

Rappel : condition de résistance à la détérioration par matage :  $\frac{4 \times F}{\pi \times d \times e} \leq P_{adm}$

$$\frac{4 \times 11344}{\pi \times 12 \times 10} \leq P_{adm} \dots \Leftrightarrow 120,3 > 20 \text{ Mpa} \dots$$

Conclusion :

/1pt

La solution constructive de liaison en A est elle correctement dimensionnée ?

**NON La pression admissible par matage est largement supérieure à 20MPa**

Justifiez votre réponse et faites, en cas de réponse négative, des propositions de modification de la solution constructive :

**Augmenter la dimension e**

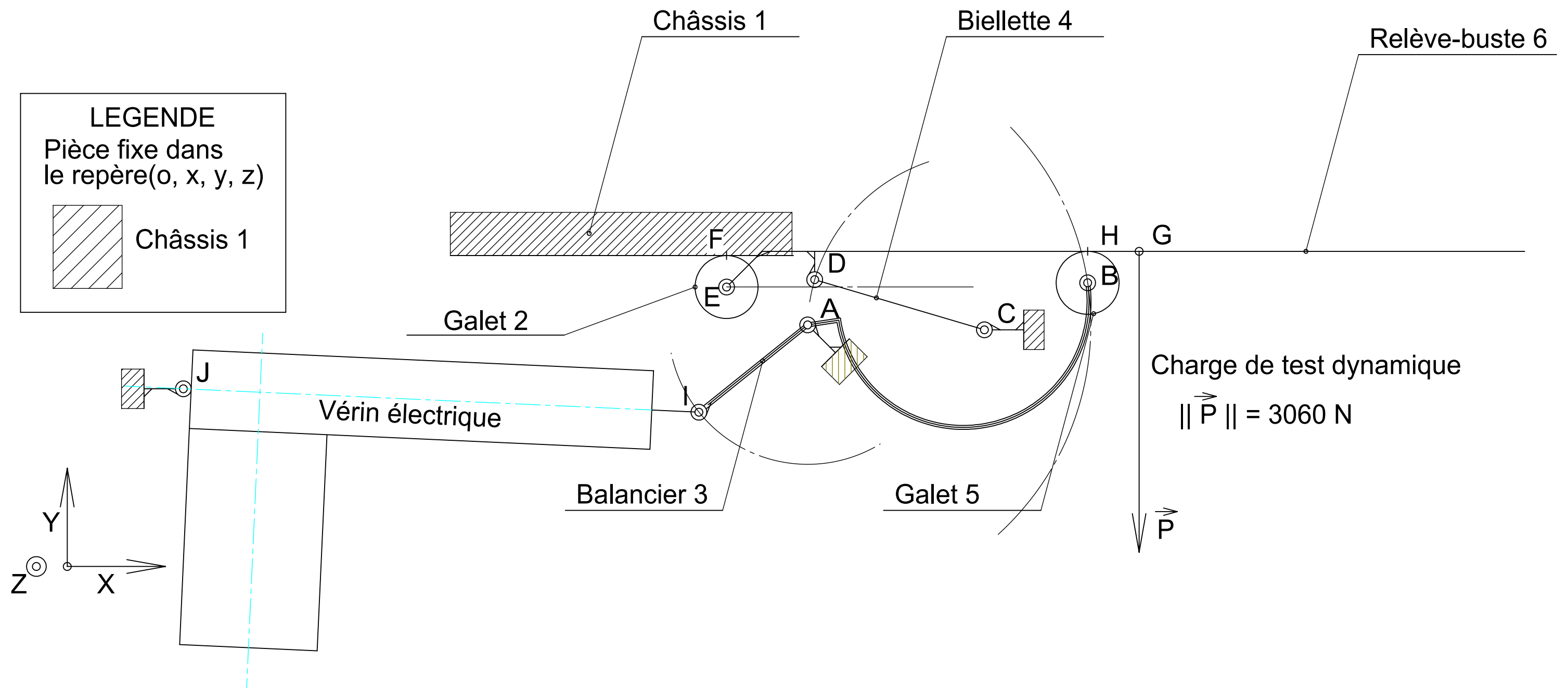
**Augmenter la dimension d**

**Choisir d'autres matériaux avec une pression admissible au matage supérieure à 20MPa**

/2 pts

**Corrigé**

Doc.14/16

**Corrigé**

## Mécanisme du relève-buste en position initiale

Position repérée 000 dans les tableaux de résultats Doc. 7/16 ;  
9/16 ; 10/16.