

SESSION 2006

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**Etude et Définition de Produits Industriels**

Epreuve : E1 - Unité U 11

Etude du comportement mécanique d'un système technique

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

C 12 : Analyser un produit**C 13 : Analyser une pièce****C 21 : Organiser son travail****C 22 : Etudier et choisir une solution**

S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle

S 2 : La compétitivité des produits industriels

S 3 : Représentation d'un produit technique

S 4 : Comportement des systèmes mécaniques – Vérification et dimensionnement

S 5 : Solutions constructives – Procédés – Matériaux

S 6 : Ergonomie – Sécurité

Ce sujet comporte :

- Dossier technique
- Dossier de travail
- Dossier ressource

doc. 2 à 3

doc. 4 à 15

doc. 16

Documents à rendre par le candidat (y compris ceux non exploités par le candidat) :

- **Dossier de travail**

doc. 4 à 14

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice et tous documents autorisés.

Baccalauréat Professionnel - Etude et Définition de Produits Industriels		
U11 : Etude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3
Session 2006	Nombre de pages : 16 pages	

Calculatrice et documents personnels autorisés.

DOSSIER TECHNIQUE

Présentation :

Le lit médicalisé "MATRIX", fabriqué et commercialisé par la société Ateliers du Haut-Forez, est utilisé dans les services de soins courants des établissements hospitaliers et des cliniques.

Dans le souci d'enrichir les produits de sa gamme et d'augmenter ainsi le confort du malade, la société Ateliers du Haut-Forez propose, à ses clients, pour son lit médicalisé MATRIX, un nouveau sommier appelé **Sommier 3 plis**.

L'amélioration du sommier porte, entre autre, sur la cinématique du *relève buste*. Celui-ci doit désormais avoir un mouvement de dégagement au niveau de l'appui lombaire du dos du malade.

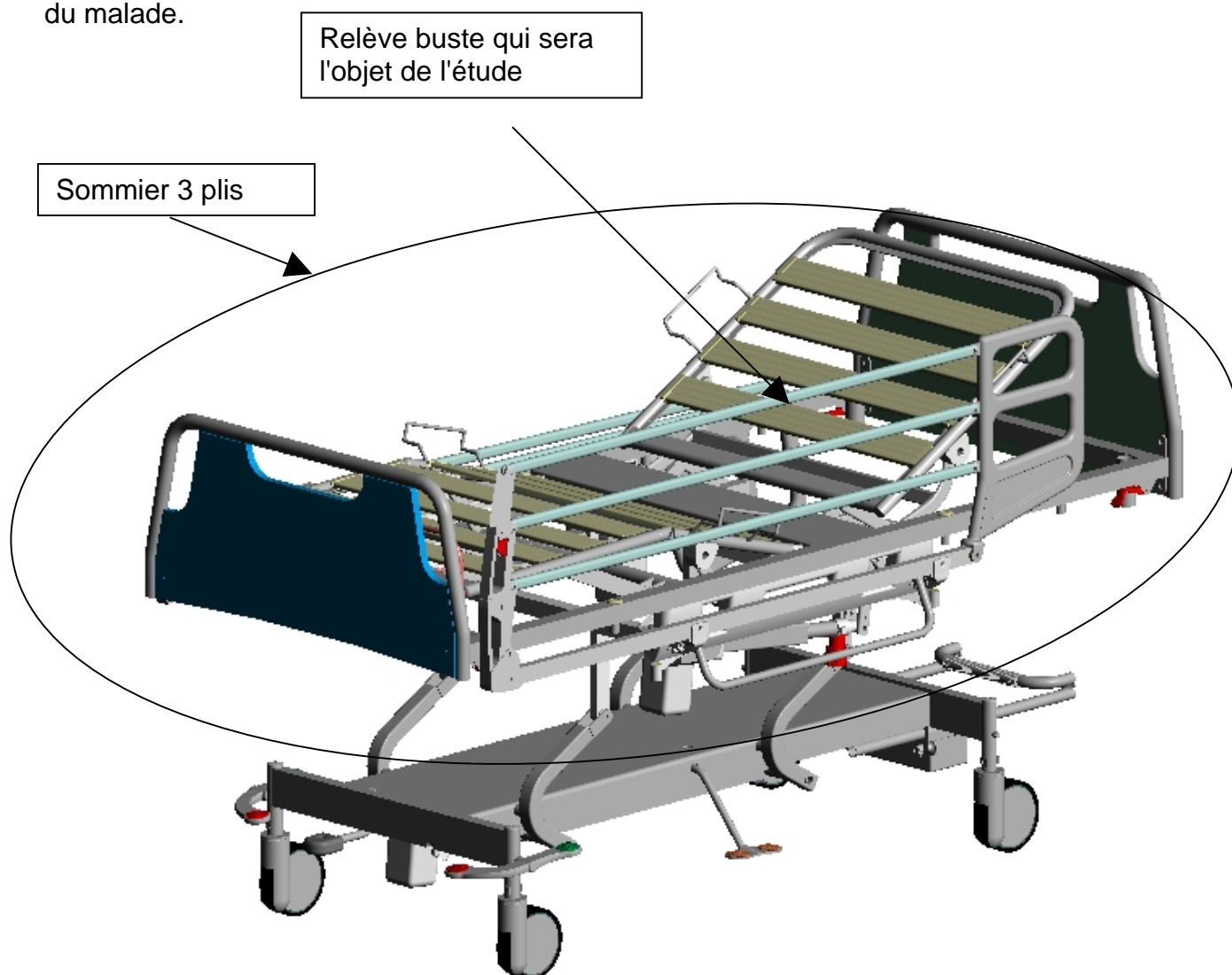


Fig. 1
Lit médicalisé MATRIX

Problématique

La société doit faire homologuer son sommier par l'organisme AFNOR Médical. L'homologation sera accordée si le sommier répond, entre autre, à certains critères de résistance. Dans le cadre de cette étude, il vous est demandé de valider le choix du vérin et de vérifier la résistance de l'axe d'articulation le plus sollicité.

NOUVEAU SOMMIER 3 PLIS seul avec "relève buste" en position horizontale.

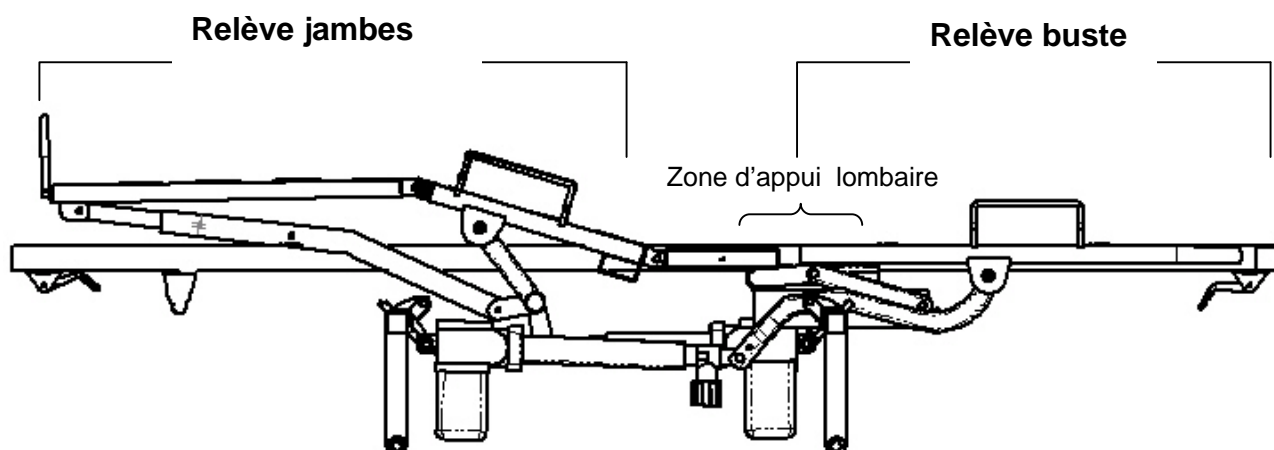


Fig. 2

NOUVEAU SOMMIER 3 PLIS seul avec "relève buste" en position relevée 70°.

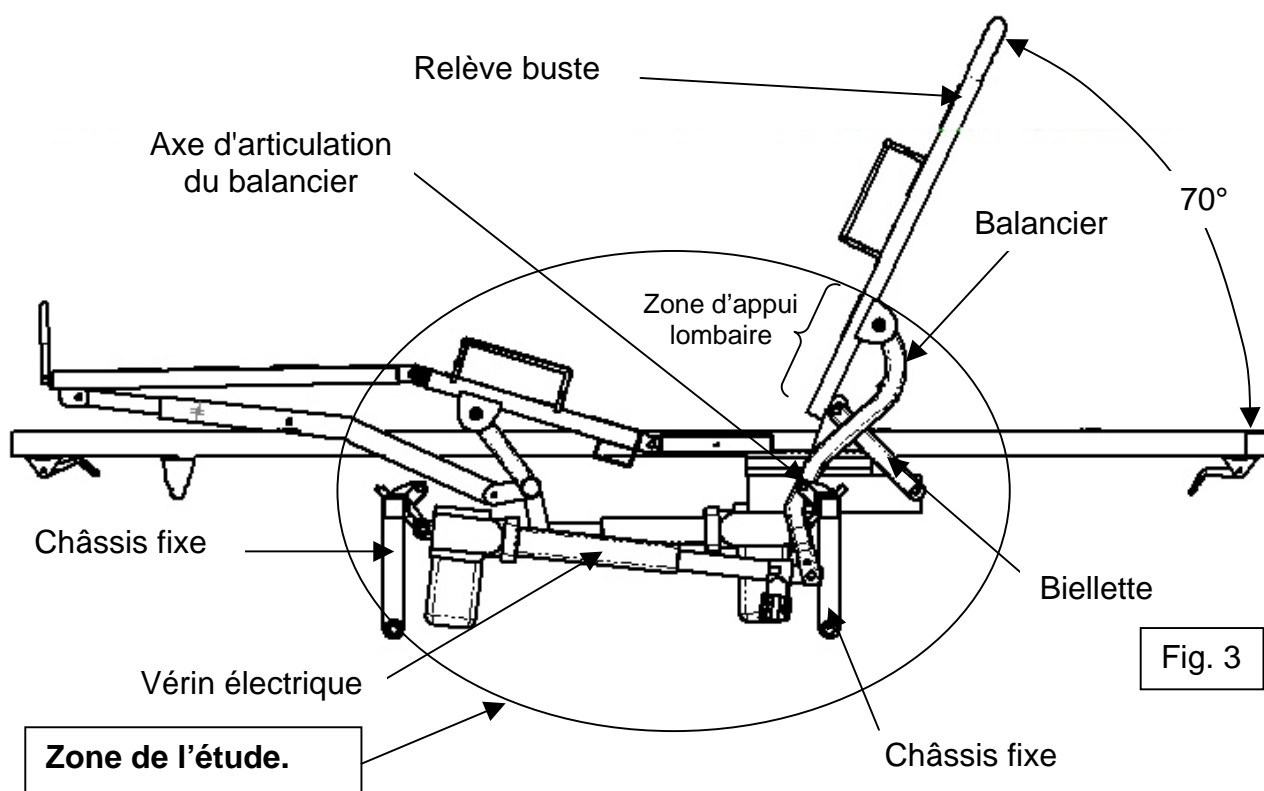


Fig. 3

DOSSIER DE TRAVAIL.

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

Dans le but de valider le projet, il vous est proposé une réflexion en 3 parties :

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.
<hr/>	
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	Nature et caractéristiques des mouvements
Balancier 3 / Châssis 1	
Biellette 4 / Châssis 1	
Relève buste 6 / Bielle 4	
Axe E du galet 2 / Châssis 1	

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 relèvement buste, le bureau d'étude utilise un logiciel de simulation mécanique.

A l'aide des schémas de principe **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						
Galet 2						
Balancier 3						
Biellette 4						
Galet 5						
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 de la tige du vérin électrique. Voir document ressource **Doc. 16/16**.

/2pts

Le vérin choisi devra avoir une course de :

Course =

2. DEUXIEME PARTIE.

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

Pour le mécanisme de relève 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^{ème} 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

Repère de référence

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

Résultante [N]

X:

Y:

Z:

Moment [Nm]

X:

Y:

Z:

< 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.

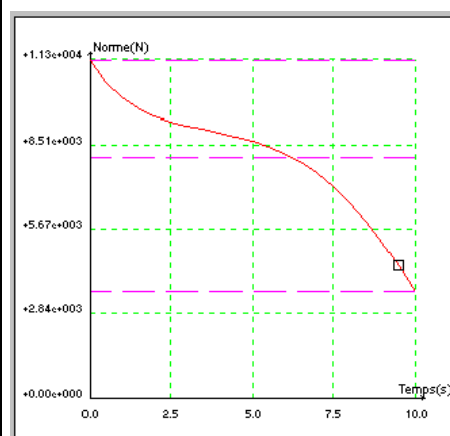
Pour la lecture des valeurs voir le **document ressource Doc. 16/1**.

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>.

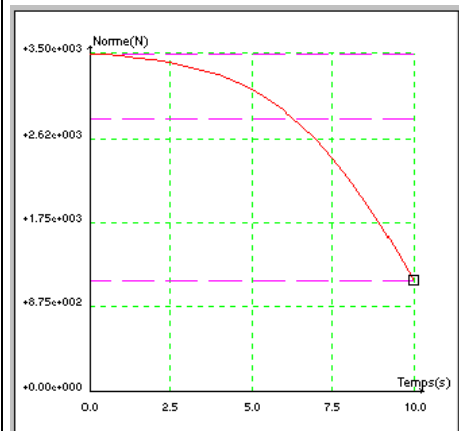
No	Temps(s)	Fxi(N)	Fyi(N)	Fzi(N)	Norme(N)
000	+0.0000e+000	+1.0623e+004	-3.9799e+003	+0.0000e+000	+1.1344e+004
001	+5.0000e-001	+9.7879e+003	-4.0612e+003	+0.0000e+000	+1.0597e+004
002	+1.0000e+000	+9.2165e+003	-4.0977e+003	+0.0000e+000	+1.0086e+004
003	+1.5000e+000	+8.8207e+003	-4.0976e+003	+0.0000e+000	+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 :

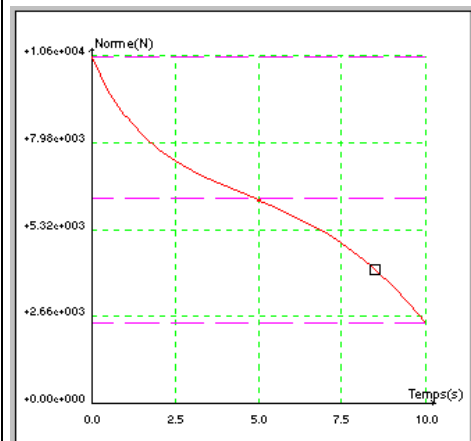
Action mécanique du Balancier <3> sur le Galet <5> en B dans le repère Châssis <1>.

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	-2.4383e+003	+2.6830e+002	+0.0000e+000	+2.4527e+003



A l'aide des schémas Doc. 14/16 et Doc. 15/16 et d'après les résultats fournis ci-dessus Recherchez l'action mécanique maximale que doit fournir le vérin électrique.

/1pt

Action mécanique maximale du balancier sur le vérin :

Position n°	Temps	Fx	Fy	Fz	Norme

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 :

/0,5pt

Action mécanique maximale du vérin sur le balancier :

Position n°	Temps	Fx	Fy	Fz	Norme

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

D'après les résultats obtenus précédemment, vérifiez si le vérin retenu convient.

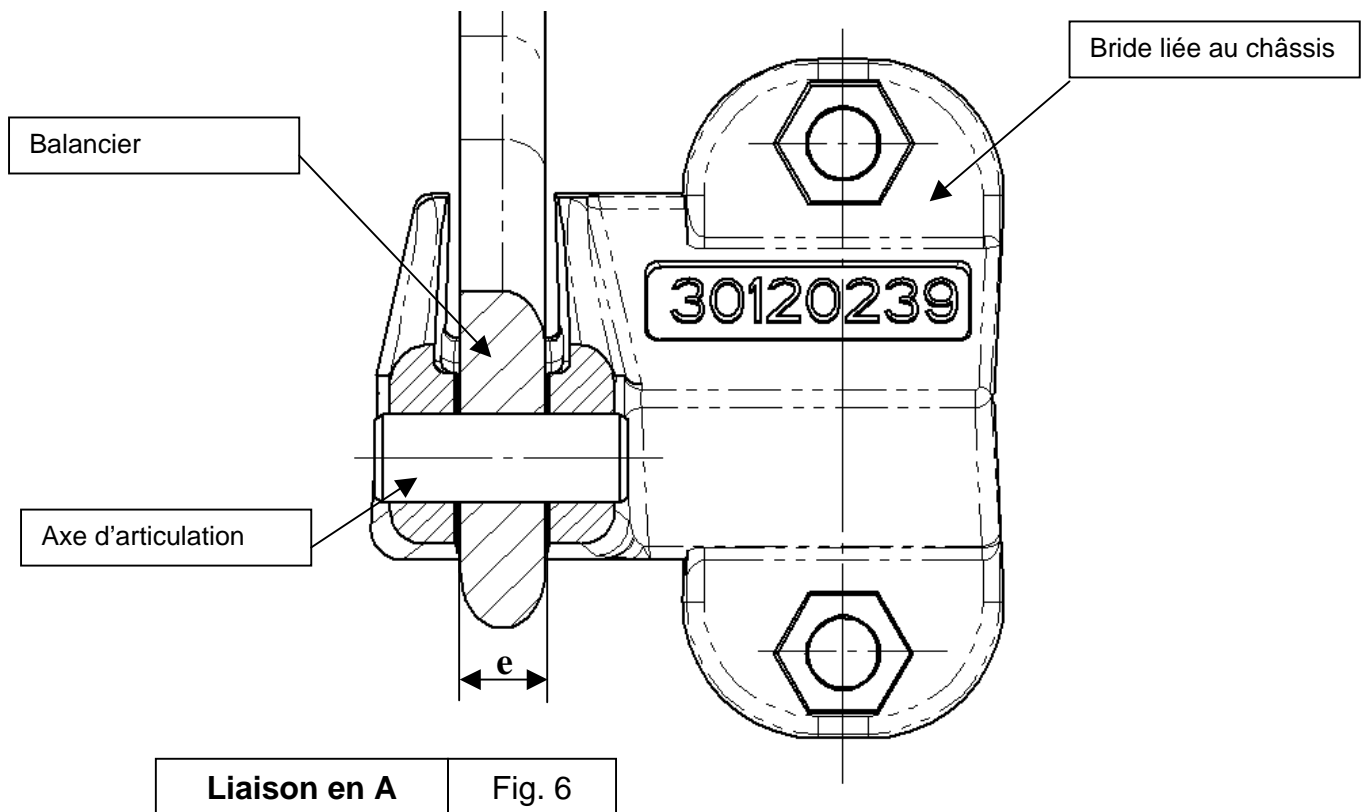
/1pt

Justifiez votre réponse

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

.....

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 : $\frac{4 \times F}{\pi \times d \times e} \leq P_{\text{adm}}$

.....

.....

.....

.....

Conclusion :

/1pt

La solution constructive de liaison en A est elle correctement dimensionnée pour résister au matage ?

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

.....

.....

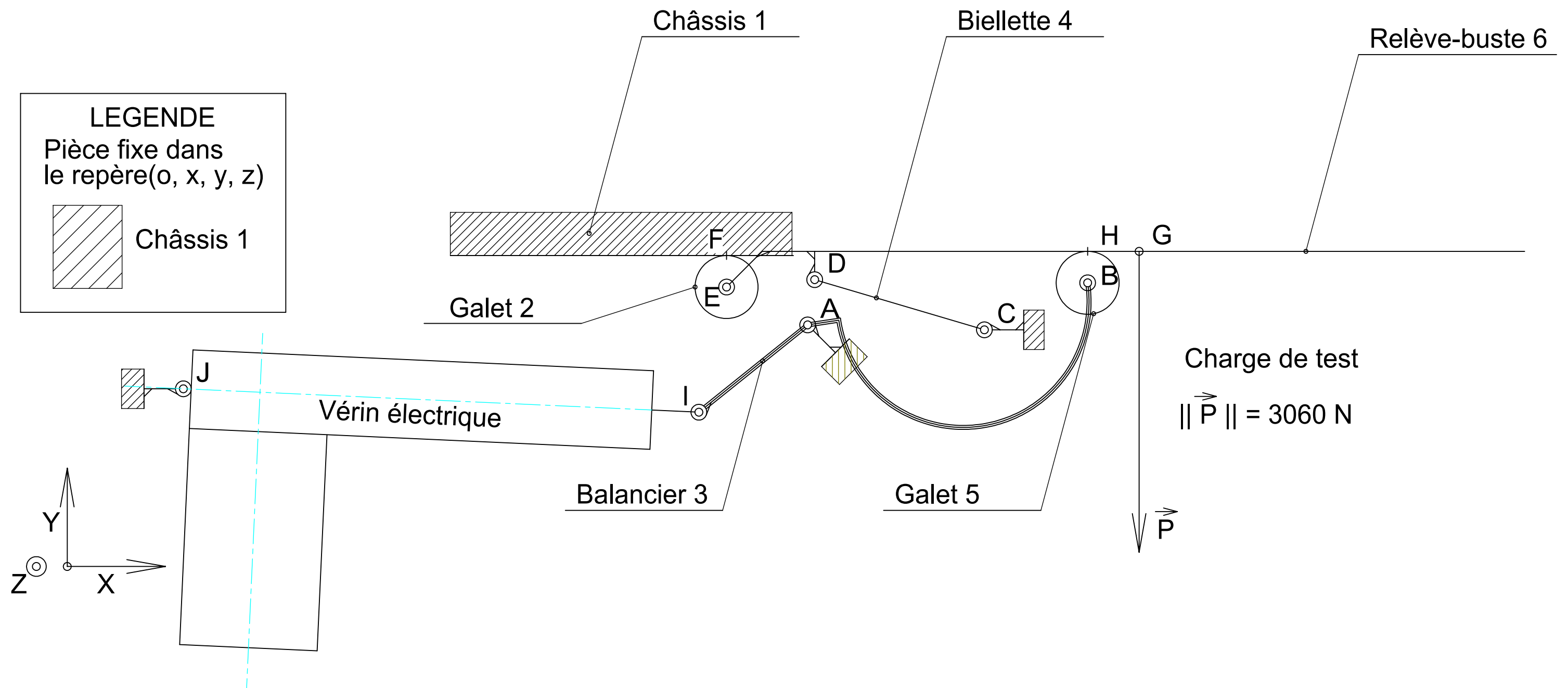
.....

.....

.....

/2 pts

Doc.14/16



Mécanisme du relève-buste en position initiale

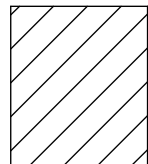
Position repérée 000 dans les tableaux de résultats Doc. 7/16 ;
9/16 ; 10/16.

Mécanisme du relèvement-buste en position finale

Doc.15/16

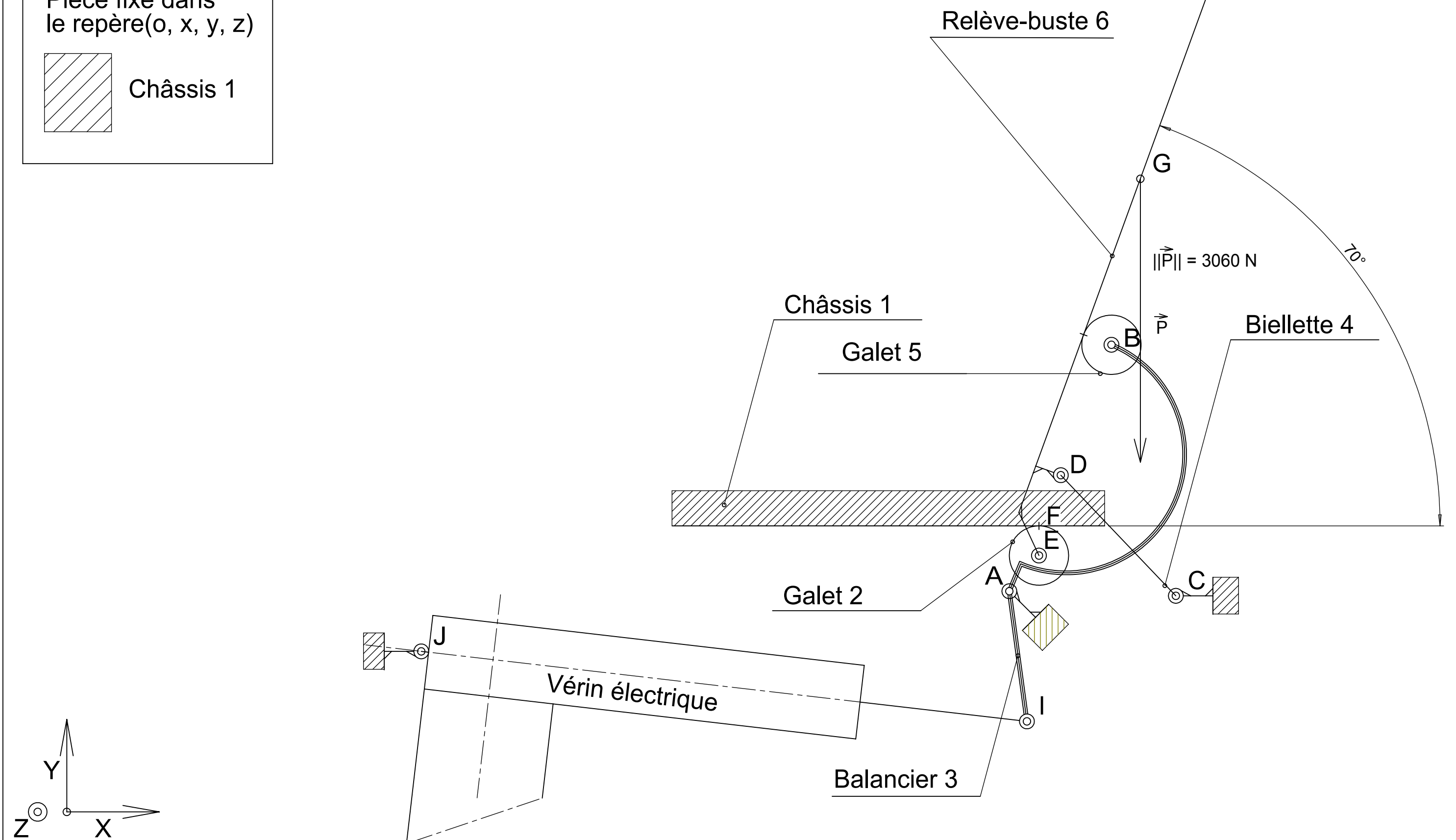
LEGENDE

Pièce fixe dans
le repère(o, x, y, z)



Châssis 1

Position repérée 020 dans les tableaux de résultats Doc. 7/16 ;
9/16 ; 10/16.



DOSSIER RESSOURCE.

MATHEMATIQUES

Coordonnées d'un point :

Dans $R = (O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, la position d'un point A est définie par. $\vec{OA} = x_A \vec{x} + y_A \vec{y} + z_A \vec{z}$

On note : $\vec{OA} \begin{vmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \end{vmatrix}_R$

Composantes d'un vecteur :

Dans $R = (O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, le vecteur \vec{AB} est défini par. $\vec{AB} = (x_B - x_A) \vec{x} + (y_B - y_A) \vec{y} + (z_B - z_A) \vec{z}$

On note : $\vec{AB} \begin{vmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \\ z_B - z_A \end{vmatrix}_R$

Valeur de la norme d'un vecteur :

Dans $R = (O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$, le vecteur \vec{AB} est défini par. $\vec{AB} = (x_B - x_A) \vec{x} + (y_B - y_A) \vec{y} + (z_B - z_A) \vec{z}$

Sa norme est égale à : $\|\vec{AB}\| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}$

COMMENT LIRE LES VALEURS DANS LES TABLEAUX DE RESULTATS DU LOGICIEL DE SIMULATION MECANIQUE.

Exemple : La valeur indiquée sous la forme :

4.7398e+002
se lit 4,7398.10²
cette valeur est égale à : 473,98