LANCEUR DE PIGEONS D'ARGILES

Le ball-trap est une discipline olympique consistant à tirer avec un fusil de chasse sur des plateaux (appelé aussi pigeon d'argile) propulsés par un lanceur. Le plateau est un « bol » en argile qui éclate si un plomb le touche en vol.
L'objectif de cette étude est l'analyse de la dynamique d'un lanceur de pigeon d'argile lors de la phase de lancer.

Modélisation, hypothèses

- Le repère $R_0 = \left(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0\right)$ est considéré galiléen ;
- La liaison entre la lame de ressort et le pigeon est modélisable par un effort constant tangentiel

T limité à la valeur Tr : $\left\{T_{(4\to 2)}\right\} = \left\{\begin{matrix} -T_{42}\,\vec{x}_1 \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_{G_2}$ avec $T_{42\ max} = T_r$ au-delà de cette valeur la liaison est rompue)

Données sur le lanceur manuel :

$\overrightarrow{OA} = L_0\,\overrightarrow{x_0}$; $\overrightarrow{BO} = L_1\,\overrightarrow{x_1}$;

$\overrightarrow{CB} = L_1^{'}\,\overrightarrow{x_1}$ $\overrightarrow{BA} = \lambda_3\,\overrightarrow{x_3}$ $\overrightarrow{IG_2} = R\,\overrightarrow{y_1}$

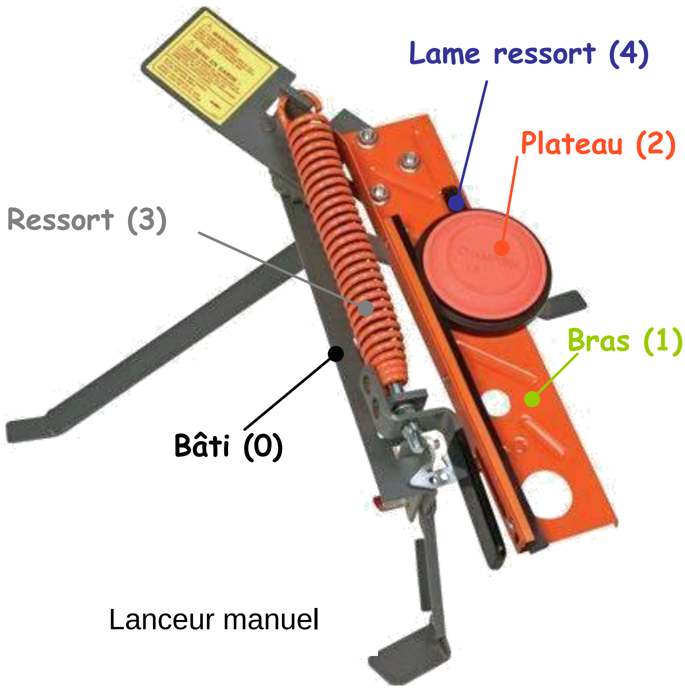
$\overrightarrow{OG_1} = a_1\,\overrightarrow{x_1}$; $\overrightarrow{OG_2} = \lambda_2\,\overrightarrow{x_1}$;

Matrice d'inertie du bras (1) de masse m_1 : $\left[\bar{\bar{I}}(1,O)\right] = \begin{bmatrix} A_1 & -F_1 & 0 \\ -F_1 & B_1 & 0 \\ 0 & 0 & C_1 \end{bmatrix}_{O,(x_1,y_1,z_1)}$;

Matrice d'inertie du pigeon (2) de masse m_2 : $\left[\bar{\bar{I}}(2,G_2)\right] = \begin{bmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & B_2 & 0 \\ 0 & 0 & C_2 \end{bmatrix}_{G_2,(x_2,y_2,z_2)}$;

La pièce 4 a une masse nulle : $m_4=0$

Action du ressort : $\left\{T_{(3\to 1)}\right\} = \left\{\begin{matrix} Fr\,\vec{x}_3 \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_{B}$.



Lanceur manuel

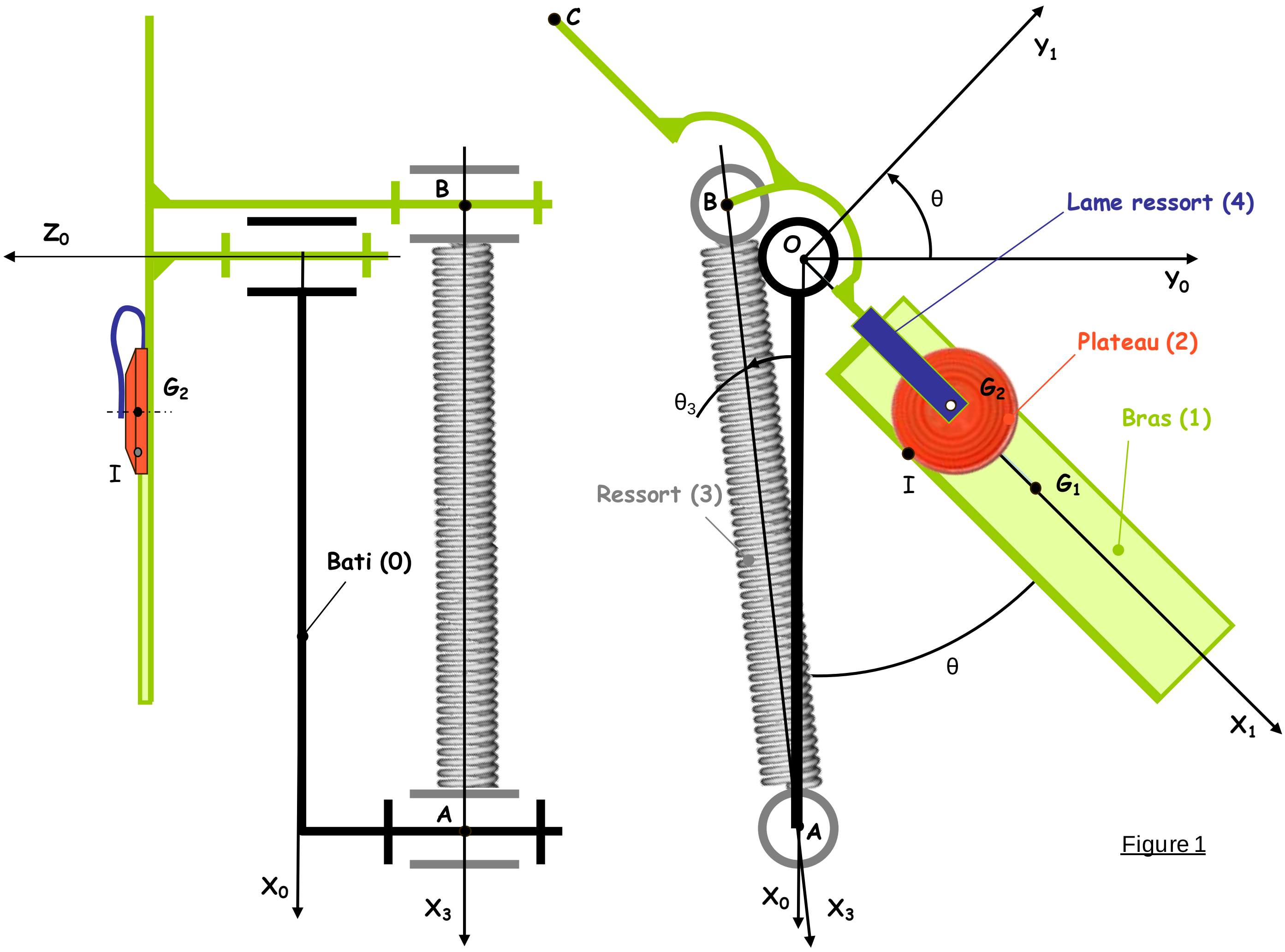


Figure 1

Etude dynamique de la rotation du bras (1)

Objectif : Pré dimensionner le mécanisme

- Le pigeon (2) est fixe par rapport au bras (1) : l'effort de la lame ressort (4) est suffisant pour maintenir le pigeon (2) sur le bras (1).
- Le lanceur est positionné de façon à avoir $\vec{g} = -g\vec{z}_0$ (accélération de la pesanteur)
- Les O, A, B, C G_1, G_2 et I appartiennent à un même plan.

Q1 : *Déterminer l'équation différentielle caractérisant le mouvement de l'ensemble Σ={1,2,4}, par rapport au bâti (0). Justifier la démarche utilisée.*
Que permet d'apporter concrètement l'écriture de cette équation dans un objectif de dimensionnement du mécanisme, si la géométrie, la répartition des masses et le mouvement sont supposés connus.

Q2 : *Déterminer littéralement les efforts dans la liaison pivot entre le bras (1) et bâti (0) (Projeter dans le repère lié à 1). Quel est l'intérêt concret de connaitre ces efforts ?*

Q3 : *Déterminer la masse M' à ajouter au point C pour ramener le centre de gravité de l'ensemble {1,2,4} sur l'axe* $\left(O,\vec{Z}_0\right)$;
Donner les avantages et inconvénients de la mise place de cette masse.
Justifier en utilisant les résultats des questions précédentes.

Etude dynamique du pigeon sur le bras

Objectif : Déterminer la vitesse du bras à partir de laquelle le pigeon n'est plus maintenu par la lame ressort (4)

- Les O, A, B, C G_1, G_2 et I appartiennent à un même plan.
- Pour l'application numérique : λ_2 = 200 mm, m_2 = 100 g, T_r=18 N

Q4 : *Par l'application du principe fondamental de la dynamique au pigeon (2), déterminer l'équation qui permet d'obtenir la vitesse du bras par rapport au bâti à partir de laquelle le pigeon n'est plus maintenu par la lame ressort (4) ; Déterminer cette vitesse et faire l'application numérique.*

Etude d'une motorisation du lanceur

Une finale olympique est constituée de 6 tireurs qui tirent au minimum 100 pigeons chacun par série de 25. Dans ce cas, le nombre important de lancers à réaliser nécessite une motorisation du bras.

L'objectif de cette partie est le pré-dimensionnement d'un moto-réducteur électrique qui serait monté directement sur l'axe $\left(O,\overrightarrow{Z_0}\right)$ entre le bâti et le bras.

- Le moteur sera considéré comme parfait : $\left\{T_{(moteur\to 1)}\right\}=\left\{\begin{matrix}\vec{0}\\ C_m\,\overrightarrow{z_0}\end{matrix}\right\}_O$ avec C_m constant ;
- Le modèle utilisé sera considéré plan ;
- Le pigeon d'argile (2) est considéré fixe par rapport au bras (1) ;
- L'accélération du bras (1) par rapport au bâti est constante ;
- Le pigeon doit avoir atteint, une vitesse tangentielle V = 30 m/s pour une rotation de θ_e =171° (3 rad) du bras (1) ;
- Pour l'application numérique : C_1 = 0,075 kg.m² ; C_2 = 5.10^{-5} kg.m² ; λ_2 = 500 mm longueur du bras ; m_1 = 300 g et m_2 = 100 g.

Q5 : *Déterminer l'accélération $\ddot{\theta}$ (supposée constante) en fonction de V , λ_2 et θ_e .*

Q7 : *Déterminer le couple C_m maxi que doit fournir le moteur. Faire l'application numérique.*
En déduire la puissance du moto-réducteur et faire l'application numérique.

Q8 : *Critiquer le choix précédent et proposer une autre solution pour motoriser le lanceur.*