

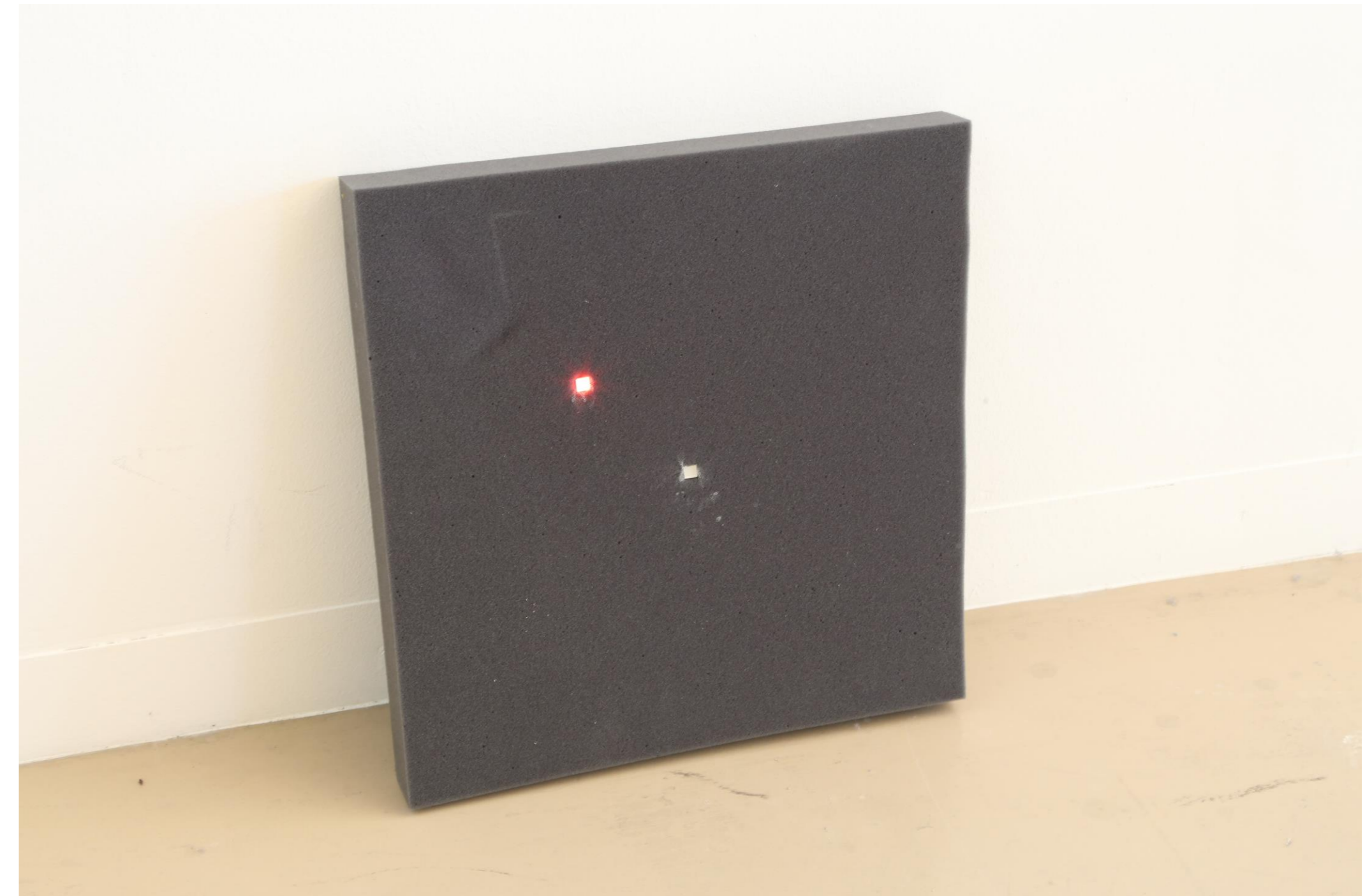
# **Expériences : solides avec axe fixe**

**Mécanique, cours 20.exp**

Jean-Philippe Ansermet

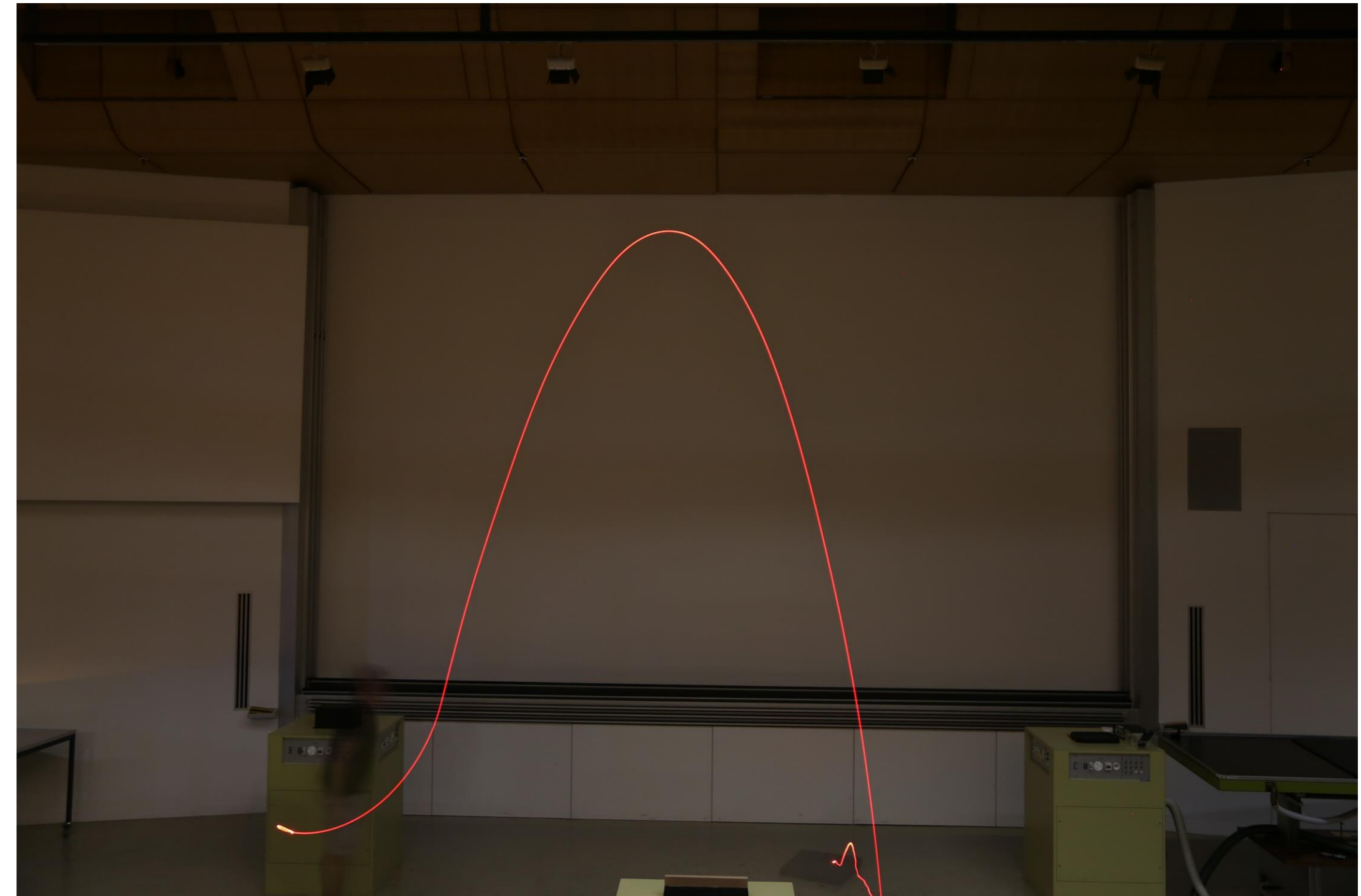
- Carré de mousse lancé
- Pendule physique
- Treuil
- Chute de planche et bille

# Carré de mousse lancé



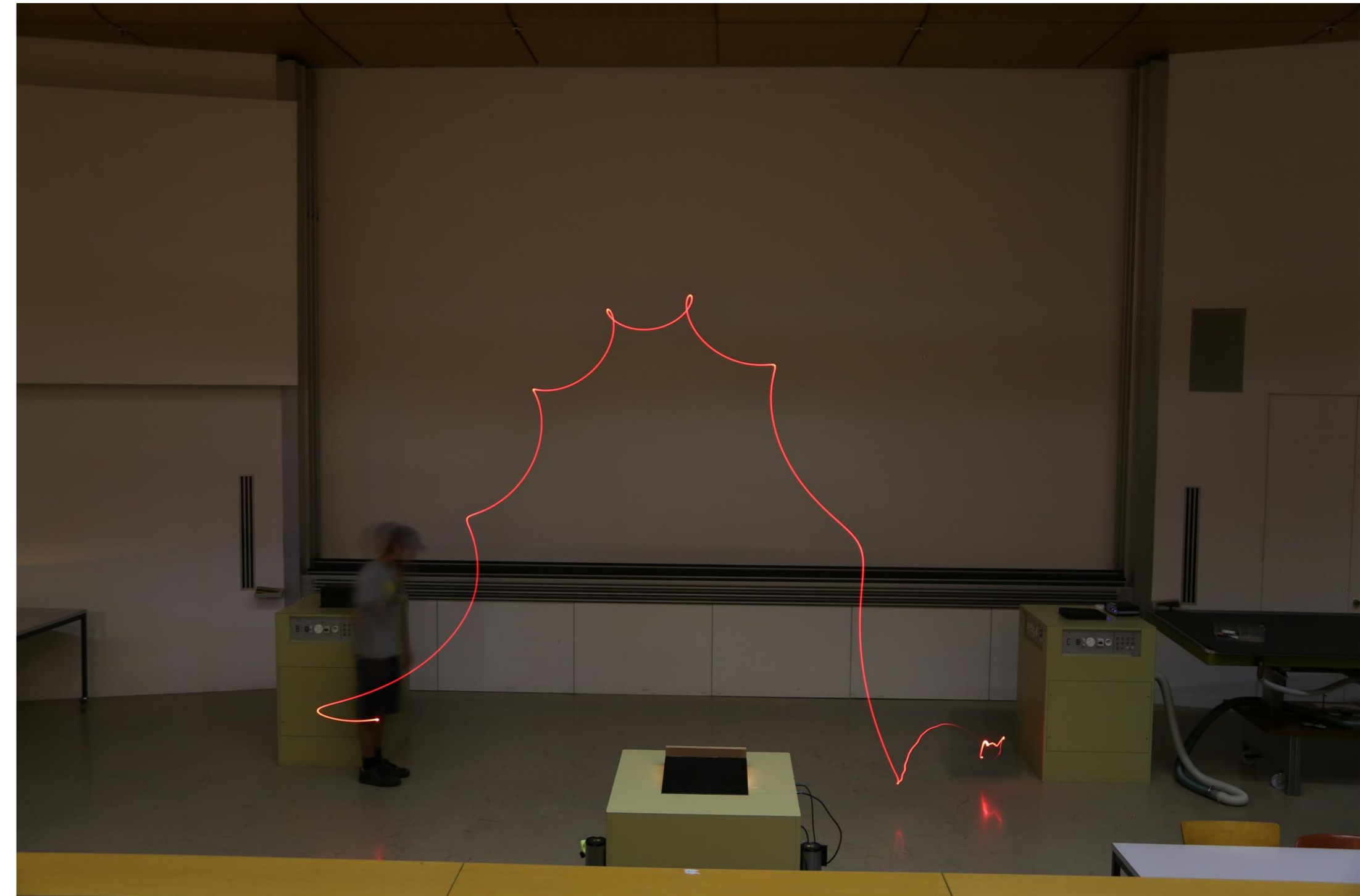
- On lance un carré de mousse synthétique muni de 2 LED, une au centre, l'autre au centre de masse décentré par la présence d'une batterie.

# Carré de mousse lancé



- Trajectoire de la LED au centre de masse.

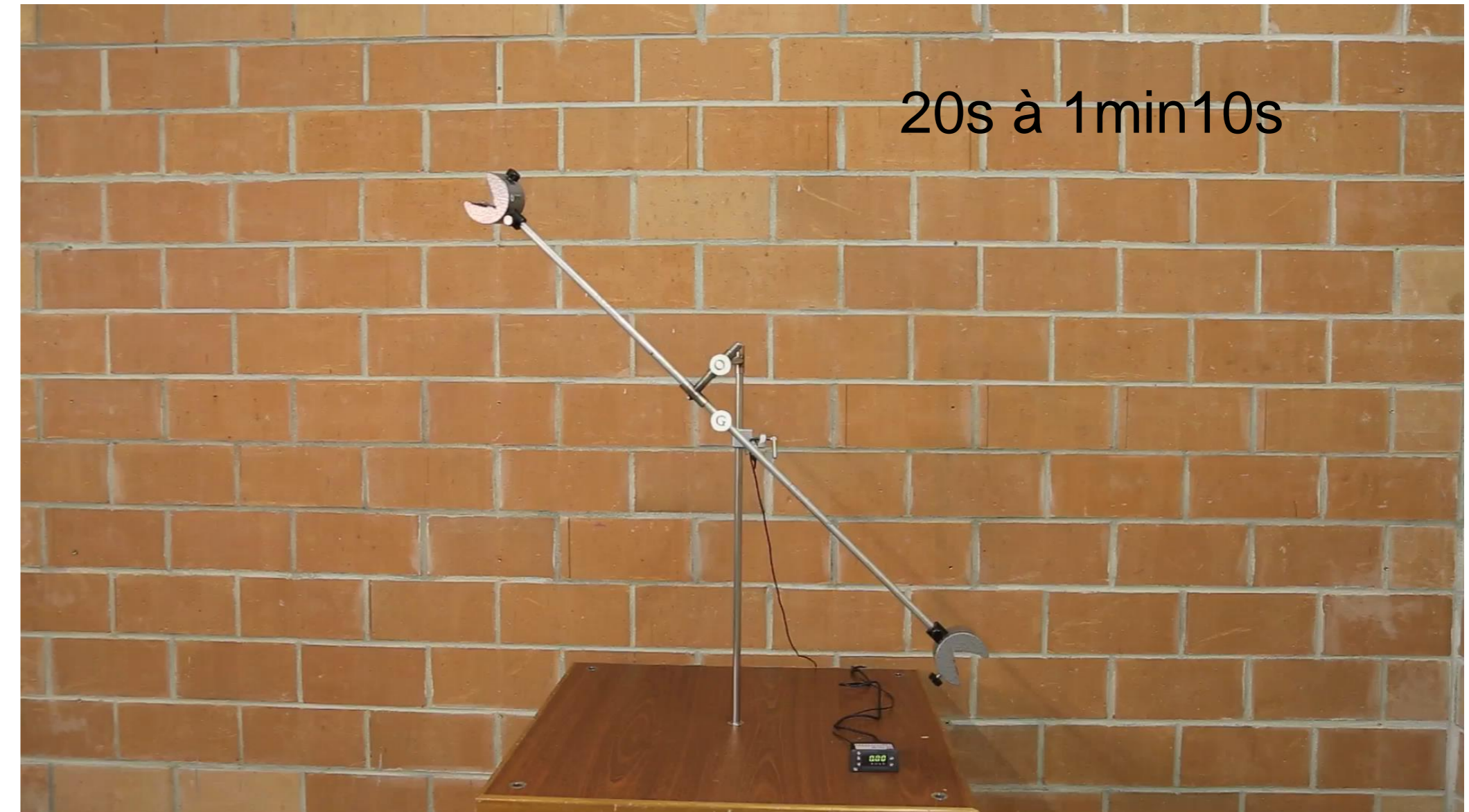
# Carré de mousse lancé



- Trajectoire de la LED à côté du centre de masse.



# Pendule physique, distribution des masses



- Masse totale donnée.
- Masses amovibles avec toujours le même  $G$ .
- La période dépend de la position des masses.

# Pendule physique, distribution des masses

$$I_{\Delta} \ddot{\theta} = -MgR \sin \theta \quad (R = |\mathbf{OG}|)$$

$$\ddot{\theta} = -\omega^2 \sin \theta \quad \omega^2 = \frac{MgR}{I_{\Delta}}$$

N masses égales

$$\frac{g/R}{\omega^2} = \sum_i \frac{m_i}{M} \left( \frac{d_i}{R} \right)^2 = \frac{1}{NR^2} \sum_i^N d_i^2$$

$$R^2 = \left| \sum_i \frac{m_i}{M} \mathbf{d}_i \right|^2 = \frac{1}{N^2} \left| \sum_i^N \mathbf{d}_i \right|^2$$

$$\frac{g/R}{\omega^2} = \frac{N \sum_i^N d_i^2}{\left| \sum_i^N \mathbf{d}_i \right|^2}$$





- Le fil se déroule, la masse descend.
- Puis, le fil s'enroule et la masse remonte.
- Quand les masses sont rapprochées d'un facteur 2, le temps d'un aller-retour change d'un facteur 2 aussi.



$$z = z_0 + R\theta \quad (t < T_1)$$

$$z = z_0 - R\theta \quad (t > T_1)$$

$$M\ddot{z} = Mg - T$$

$$I_{\Delta}\ddot{\theta} = +RT \quad (t < T_1)$$

$$I_{\Delta}\ddot{\theta} = -RT \quad (t > T_1)$$

$$I_{\Delta}\ddot{\theta} = \epsilon RT \quad \dot{z} = \epsilon R\dot{\theta}$$
$$\epsilon = +1 \quad (t < T_1) \quad \epsilon = -1 \quad (t > T_1)$$

$$\ddot{\theta} = \epsilon \frac{MgR}{MR^2 + I_{\Delta}} = \epsilon\Gamma$$

$$z = z_0 + R\theta \quad (t < T_1)$$

$$z = z_0 - R\theta \quad (t > T_1)$$

$$M\ddot{z} = Mg - T$$

$$I_\Delta \ddot{\theta} = +RT \quad (t < T_1)$$

$$I_\Delta \ddot{\theta} = -RT \quad (t > T_1)$$

$$I_\Delta \ddot{\theta} = \epsilon RT \quad \dot{z} = \epsilon R\dot{\theta}$$
$$\epsilon = +1 \quad (t < T_1) \quad \epsilon = -1 \quad (t > T_1)$$

$$\ddot{\theta} = \epsilon \frac{MgR}{MR^2 + I_\Delta} = \epsilon \Gamma$$

$$\theta(t) = \theta(0) + \dot{\theta}(0)t + \frac{1}{2}\Gamma t^2 \quad (t < T_1)$$

$$\theta_{max} = \frac{1}{2}\Gamma T_1^2$$

$$(t > T_1)$$

$$\theta(t) = \theta_{max} + \dot{\theta}(T_1)(t - T_1) - \frac{1}{2}\Gamma(t - T_1)^2$$

$$\dot{\theta}(T_1) = \Gamma T_1$$

$$0 = \frac{1}{2}\Gamma T_1^2 + T_1(T_2 - T_1) - \frac{1}{2}\Gamma(T_2 - T_1)^2$$

$$T_2 = 2T_1$$

$$T_2 = 2\sqrt{\frac{2\theta_{max}}{\Gamma}} = 2\sqrt{\frac{2\theta_{max}(MR^2 + I_\Delta)}{MgR}}$$

$$MR^2 \gg I_\Delta \implies T_2 \approx 2\sqrt{\frac{2\theta_{max}I_\Delta}{MgR}}$$

# Chute de la planche et de la bille



- Une boule est au bout de la planche.
- On lâche le tout.



# Chute de la planche et de la bille



- Prise de vue stroboscopique



# Chute de la planche et de la bille

$$I_O = \frac{ML^2}{12} + M \left( \frac{L}{2} \right)^2 = \frac{ML^2}{3}$$

$$I_O \ddot{\theta} = -Mg \frac{L}{2} \cos\theta$$

$$\mathbf{a}(P) = -D\dot{\theta}^2 \hat{\mathbf{e}}_\rho + D\ddot{\theta} \hat{\mathbf{e}}_\theta$$

$$\hat{\mathbf{e}}_\rho = \cos\theta \hat{\mathbf{x}} + \sin\theta \hat{\mathbf{y}}$$

$$\hat{\mathbf{e}}_\theta = -\sin\theta \hat{\mathbf{x}} + \cos\theta \hat{\mathbf{y}}$$

$$a_y(t=0) = -\frac{3gD}{2L} \cos^2\theta_0$$

$$|a_y(t=0)| > g$$

$$\frac{D}{L} > \frac{2}{3} \frac{1}{\cos^2\theta_0}$$