Curling

1. Bilan des forces :

- poids : $\vec{P} = m\vec{g}$ $\Rightarrow P = m \times g$
$= 20 \times 9{,}8$
$= 2{,}0 \times 10^2$ N

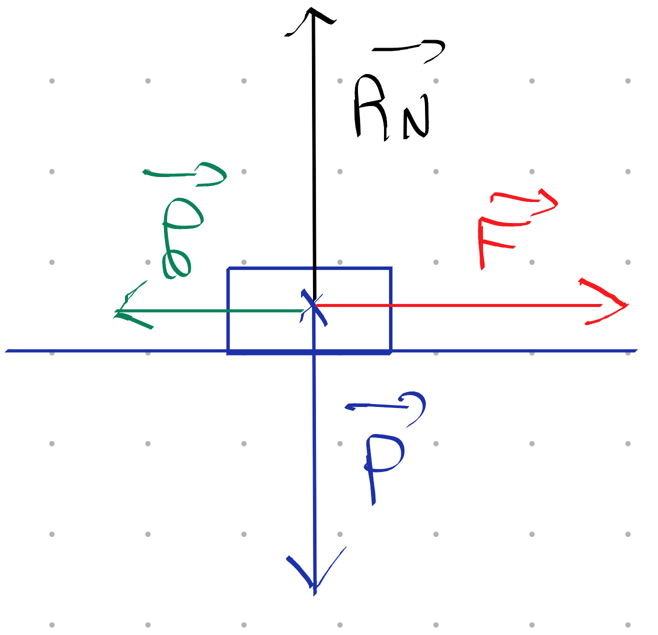
- force du lanceur sur la pierre : $\vec{F} = F\vec{i}$
$F = 35$ N

- réaction normale du support : $\vec{R_N}$
$\vec{P}$ et $\vec{R_N}$ se compensent puisque le mouvement se fait dans un plan horizontal
$\Rightarrow \vec{R_N} = -\vec{P}$
$\Rightarrow R_N = 2{,}0.10^2$ N

- force de frottement : $\vec{f} = -f\vec{i}$

$f = \mu R_N$
$= 0{,}020 \times 2{,}0.10^2$
$= 4{,}0$ N

2.



3. D'après la 2^e loi de Newton :

$$m\vec{a} = \underbrace{\vec{P} + \vec{R_N}}_{\vec{0}} + \vec{F} + \vec{f}$$

$$= F\vec{i} - f\vec{i}$$

$$= (F - f)\,\vec{i}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{F-f}{m}\,\vec{i}$$

Comme F, f et m sont constants, le mouvement est uniformément accéléré pendant la phase de lancer.

Rq : de plus, le mouvement est rectiligne.

4. $$a = \frac{F-f}{m} = cte \Rightarrow a = a_{moy}$$

On calcule l'accélération moyenne sur la phase de lancer entre l'instant $t_i = 0\,s$, où $V_i = 0\ m.s^{-1}$ (pierre initialement immobile) et l'instant $t_1 = 2{,}0\,s$ (fin de la phase) où la vitesse vaut V_0 :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_0 - 0}{t_1 - t_i} = \frac{V_0}{t_1}$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{F-f}{m} \times t_1$$

$$V_0 = \frac{F - \mu m g}{m} \times t_1$$

$$V_0 = \frac{35 - 4{,}0}{20} \times 2{,}0$$

$$V_0 = 3,1 \text{ m.s}^{-1}$$

5. Théorème de l'énergie cinétique entre O et le point F où la pierre s'arrête :

$$\Delta E_c = E_{c_F} - E_{c_O} = \cancel{W_{OF}(\vec{P})} + \cancel{W_{OF}(\vec{R_N})} + W_{OF}(\vec{f})$$

Les forces $\vec{P}$ et $\vec{R_N}$ sont orthogonales au mvt (qui est horizontal) et donc elles ne travaillent pas.

De plus, $E_{c_F} = 0$ car la pierre est alors à l'arrêt

$$\Rightarrow \quad -E_{c_O} = W_{OF}(\vec{f}) = \vec{OF} \cdot \vec{f} = -f \times d$$

$$-\frac{1}{2} m V_0^2 = -f \times d$$

$$= -\mu m g d$$

$$\Rightarrow \quad d = \frac{V_0^2}{2 \mu g}$$

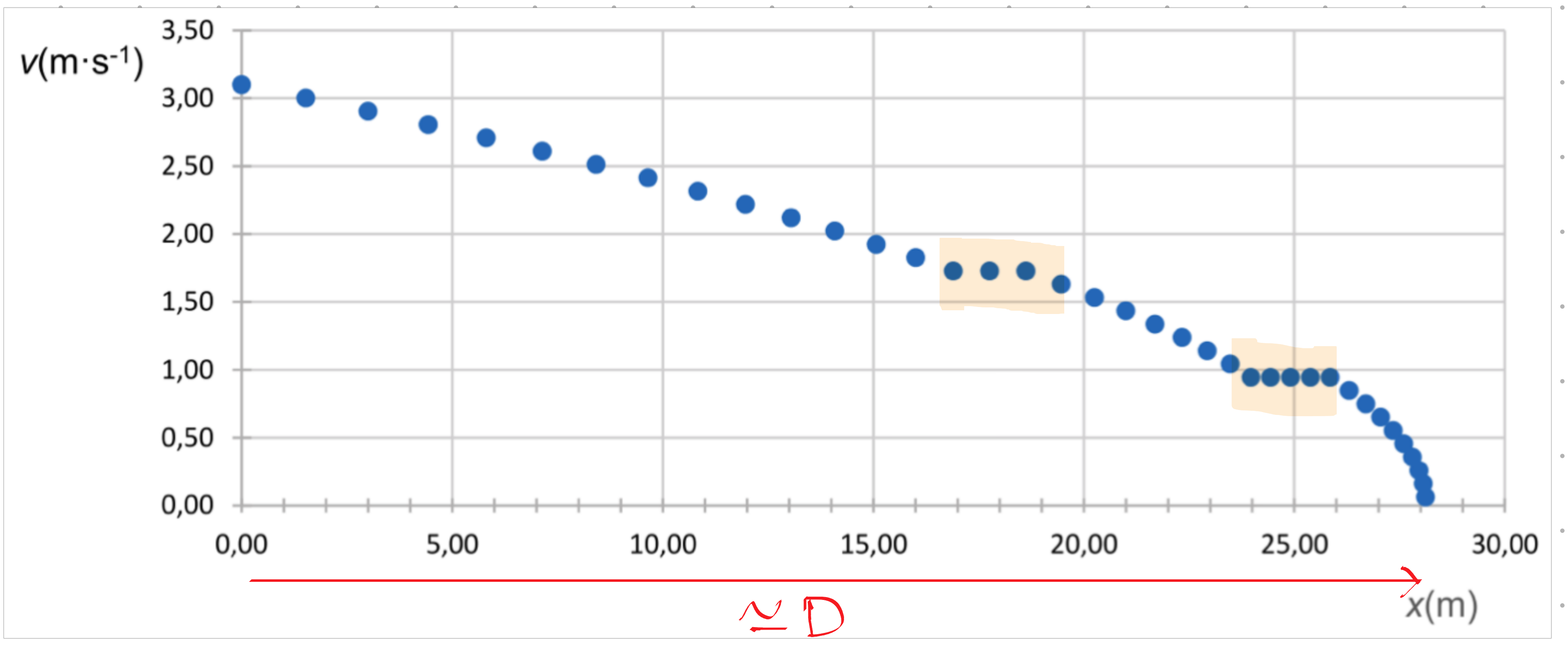
A.N : $d = \dfrac{3,1^2}{2 \times 0,020 \times 9,8}$

$$d = 25 \text{ m}$$

6- Sur la figure 5 la vitesse s'annule (et donc la pierre s'immobilise) de peu avant 25 m, ce qui est cohérent avec le résultat de la qu. 5.

Comme la distance à parcourir est $D > d$, il va falloir balayer pour diminuer f sur une partie du trajet.

7. Les zones où les joueurs ont balayé correspondent aux zones [17 m ; 19 m] et [24 m ; 26 m] où la vitesse est quasi constante (frottements négligeables).



Comme la distance d'arrêt correspond maintenant approximativement à D, la distance au centre de la cible, le balayage a permis d'atteindre l'objectif.