

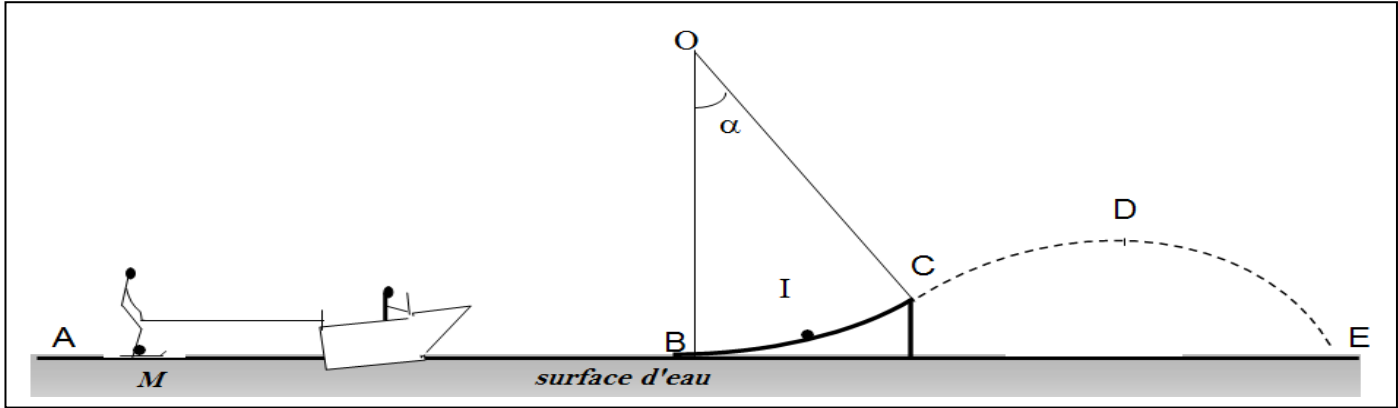
## 3- Travail et énergie cinétique

### Série 2

#### EXERCICE 1 :

Un skieur de masse  $m = 100 \text{ kg}$  (équipement compris) est tiré par un bateau à l'aide d'une corde parallèle à la surface de l'eau.

Données :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  ;  $L = AB = 200 \text{ m}$  ;  $\alpha = 30^\circ$  ;  $OB = OC = 15 \text{ m}$



Dans tout le problème, par souci de simplification on représentera le système {skieur + skis} par un point matériel  $M$  situé au niveau des skis.

#### 1<sup>ère</sup> étape (trajet horizontal AB) :

Le skieur démarre sans vitesse initiale du point A. Il est tracté par la force  $\vec{F}$  constante et l'ensemble des forces de frottement est représenté par la force horizontale  $\vec{f}$  d'intensité  $f = 100 \text{ N}$ .

Après un parcours de  $AB = L = 200 \text{ m}$ , le skieur atteint une vitesse  $v_B = 20 \text{ m.s}^{-1}$ .

1. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le système {skieur+skis}.
2. Énoncé le théorème de l'énergie cinétique.
3. Exprimer les travaux des forces s'exerçant sur le système.
4. En déduire l'expression la force de traction  $\vec{F}$  en fonction de  $m$ ,  $L$ ,  $f$ ,  $v_B$ . Calculer  $F$ .

#### 2<sup>ème</sup> étape (trajet BC) :

Le skieur lâche la corde en B et parcourt, sans frottement, le tremplin circulaire BC de centre O de rayon  $OB = 15 \text{ m}$ .

Le rayon OC fait un angle de  $30^\circ$  avec la verticale passante par O.

1. Exprimer la hauteur  $h$  acquise en haut du tremplin en fonction de  $OB$  et  $\alpha$ .
2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse  $v_C$  du skieur au point C en fonction de  $v_B$ ,  $\alpha$ ,  $g$  et  $OB$ . Calculer  $v_C$ .

#### 3<sup>ème</sup> étape (trajet CE) :

Le skieur effectue un saut et retombe sur ses skis au point E.

On prendra la vitesse du skieur au point C est :  $v_C = 19 \text{ m.s}^{-1}$ .

### 3- Travail et énergie cinétique

1. La valeur de la vitesse au point D vaut  $v_D = 14 \text{ m.s}^{-1}$ . En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déduire la hauteur du point D au dessus du plan d'eau en fonction des données de l'énoncé, puis calculer sa valeur.
2. Déterminer la vitesse au point E.

#### CORRECTION

##### Etude de la 1ère étape:

- 1) Dans un référentiel terrestre supposé galiléen, le système skieur+skis est soumis à 4 forces :

- le poids  $\vec{P}$
- la réaction normale  $\vec{R}_N$
- la traction du bateau  $\vec{F}$
- la force de frottement  $\vec{f}$

- 2) Théorème de l'énergie cinétique : la variation de l'énergie cinétique d'un système en translation entre deux positions A et B est égale à la somme des travaux des forces extérieures exercées sur le système.  $\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F}_{ext})$

- 3) Les travaux du poids et de la réaction normale sont nuls car les forces sont perpendiculaires au déplacement.  $W(\vec{P}) = W(\vec{R}_N) = 0$

$$W(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{AB} = f \cdot AB \cos 180 = -f \cdot L$$

$$W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cos 0 = F \cdot L$$

- 4) D'après le théorème de l'énergie cinétique :  $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = F \cdot L - f \cdot L$

Comme  $v_A = 0$  on obtient  $F = \frac{mv_B^2}{2L} + f$

5) AN :  $F = \frac{100 \times 20^2}{2 \times 200} + 100 = 200 \text{ N}$

##### Etude de la 2ème étape :

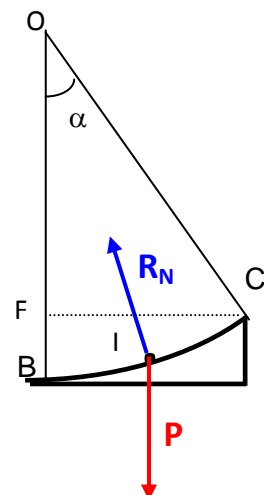
- 1) Dans un référentiel terrestre supposé galiléen, le système skieur+skis est soumis à 2 forces :
- le poids  $\vec{P}$

- la réaction normale  $\vec{R}_N$

- 2) La hauteur  $h$  acquise en haut du tremplin correspond à :  $h = FB = OB - OF$

$$\cos \alpha = \frac{OF}{OC} = \frac{OF}{OB} \quad \text{soit} \quad OF = OB \cos \alpha$$

On obtient finalement  $h = OB(1 - \cos \alpha)$



### 3- Travail et énergie cinétique

---

3) Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B

$$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N)$$

avec  $W(\vec{R}_N) = 0$  car la réaction normale est perpendiculaire au déplacement

et  $W(\vec{P}) = -mgh$  car le travail est résistant

On obtient donc : 
$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2gOB(1 - \cos \alpha)}$$

4) AN : 
$$v_C = \sqrt{20^2 - 2 \times 10 \times 15 \times (1 - \cos \alpha)} = \sqrt{400 - 20 \times 2} = \sqrt{360} = 19 \text{ m.s}^{-1}$$

Etude de la 3<sup>ème</sup> étape :