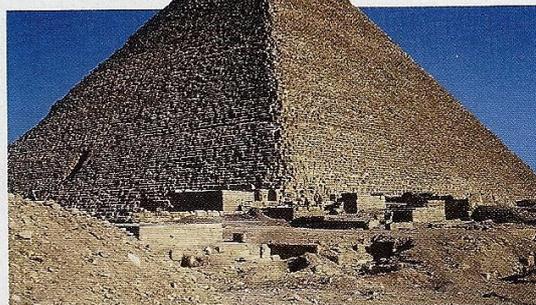


Activité

Travail d'une force

Dès l'Antiquité, les Égyptiens ont bâti des pyramides sans utiliser ni roues ni poulies. Pour construire de tels édifices, ils ont dû élever des blocs de pierre d'une dizaine de tonnes grâce à la force humaine. Pour évaluer l'effet d'une force sur l'énergie d'un système, on utilise une grandeur appelée travail. Comment calculer le travail d'une force constante ?

Pour expliquer la construction de la pyramide de Khéops (**doc. 1**), édifée en Égypte il y a plus de 4500 ans, de nombreuses théories ont été avancées. Celle de l'architecte Jean-Pierre Houdin, développée en 2000, est basée sur l'utilisation d'une rampe extérieure enduite de boues humides, longue de plusieurs centaines de mètres avec une pente de 8 %. Cette rampe aurait permis d'acheminer les blocs de pierre pour la construction des 43 premiers mètres de hauteur. Dans les questions qui suivent, on s'intéresse à la rampe extérieure.



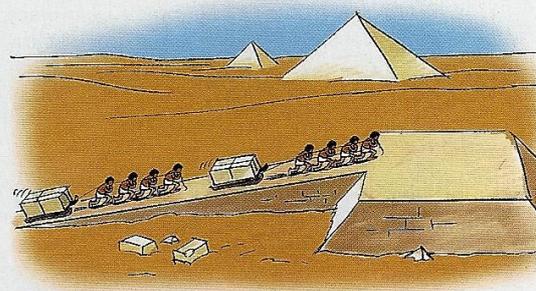
Doc. 1 La pyramide de Khéops, aujourd'hui haute de 137 m.

1 Schématiser la situation décrite dans le **document 2** dans le plan vertical passant par la ligne de plus grande pente et représenter les forces qui agissent sur le bloc de pierre en tenant compte des indications du texte ci-dessus.

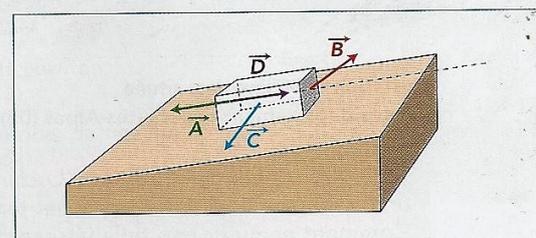
2 On considère un bloc de pierre immobile au pied de la rampe, puis ce même bloc de pierre à 43 m de hauteur. Quelle forme d'énergie du bloc de pierre a varié entre ces deux positions ? À quoi peut-on attribuer cette variation d'énergie ?

3 Un ouvrier vient apporter de l'aide aux ouvriers qui tirent le bloc de pierre, mais il ne sait pas où se placer. Le **document 3** représente les forces qu'il est susceptible d'exercer selon l'endroit où il se trouve. Les quatre forces **A**, **B**, **C** et **D** ont la même valeur.

- Quel est l'effet de chacune d'elles sur le bloc de pierre ?
- Commenter leur efficacité.



Doc. 2 Rampe extérieure permettant l'acheminement des blocs.



Doc. 3 Schématisation des forces susceptibles d'être exercées par l'ouvrier.

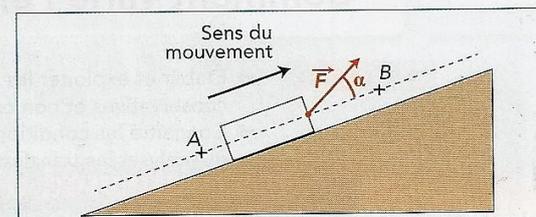
Un pas vers le cours...

4 Pour qu'une force travaille, il faut que son point d'application se déplace. Le travail d'une force a la dimension d'une énergie. On envisage le cas général d'une force constante \vec{F} dont le point d'application se déplace d'un point **A** vers un point **B** (**doc. 4**). On note α l'angle entre cette force et le vecteur déplacement \vec{AB} .

Une des relations suivantes permet de calculer le travail $W_{AB}(\vec{F})$ de cette force :

- $W_{AB}(\vec{F}) = \frac{F}{AB \cdot \cos \alpha}$;
- $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \sin \alpha$;
- $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$;
- $W_{AB}(\vec{F}) = \frac{AB \cdot \cos \alpha}{F}$.

Par une analyse dimensionnelle et à l'aide du **document 4**, déterminer l'expression correcte (voir fiche n° 5, p. 588).



Doc. 4 Schématisation, dans le plan du mouvement, d'une force de traction s'exerçant sur un objet placé sur un plan incliné.