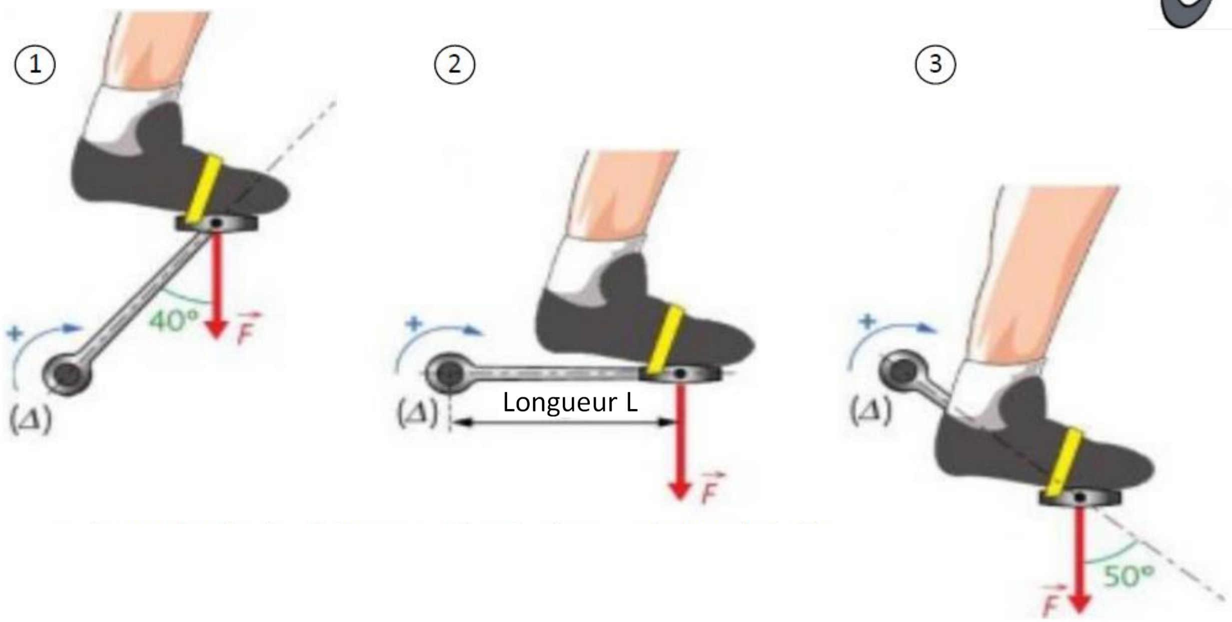
Energie	TP 6A TP	Comment pédaler efficacement grâce à la physique ?	TSTI2D

Capacités exigibles : *- Définir et calculer le moment d'une force et d'un couple de forces.*

Le pied d'un cycliste appuie sur la pédale du vélo pour mettre en rotation la roue arrière via la chaîne. Imaginons la situation suivante : le pied d'un cycliste exerce sur la pédale une force $\vec{F}$ verticale, dirigée vers le bas, d'intensité **F = 45,0 N**. La longueur de la manivelle est **L = 170 mm**.

L'objectif de ce TP est de déterminer dans laquelle de ces 3 situations suivante le mouvement sera le plus efficace et d'aider Bob le cycliste en lui expliquant comment mieux pédaler…



Document 1 : Définition du moment d'une force

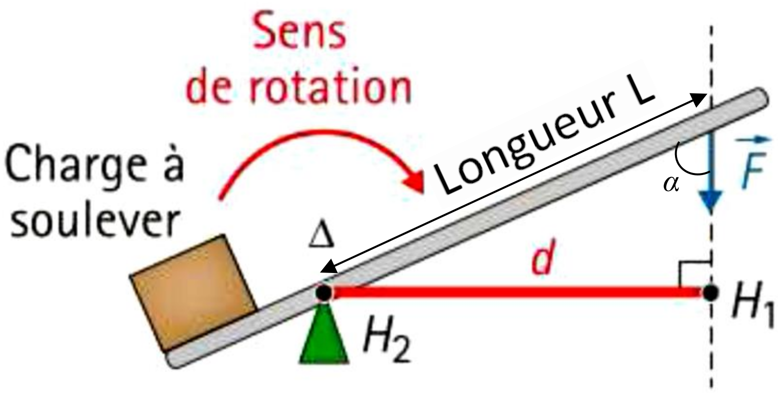
Le moment d'une force $\vec{F}$ qui s'exerce sur un solide en rotation autour d'un axe Δ est noté $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ et s'exprime en N.m. Il caractérise l'effet de cette force sur la rotation du solide.

Ce moment, est défini par $\boxed{\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F \times d}$ où F est la valeur de la force exercée (en N) ;
d est la distance (en m) séparant le support de la force de l'axe de rotation Δ

Remarque : cette distance d est appelée le « **bras de levier** ». Attention à ne pas le confondre avec la longueur L de la tige ou du levier sur laquelle s'exerce la force !

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F \times d = F \times L \times \sin\alpha$$

Ici, $\sin\alpha = \dfrac{d}{L}$



Rappel : dans un triangle rectangle :
$\sin(\text{angle}) = \dfrac{\text{coté opposé}}{\text{hypothénuse}}$

1 Comprendre intuitivement l'effet du moment d'une force

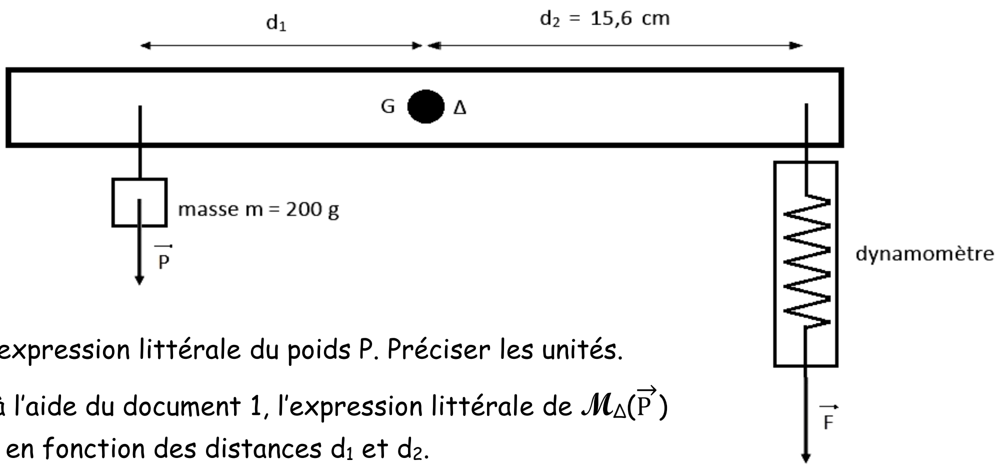
✍ **1.** Parmi les deux photographies ci-contre, <u>pour une même valeur de force</u>, dans quel cas peine-t-on le moins à visser efficacement la roue ? Justifier.

✍ **2. Retour sur le cycliste** : sur chacun des dessins 1 à 3 de la page précédente, faire apparaître la distance du bras de levier en couleur/fluo.

✍ **3.** Dans quelle situation le cycliste est-il le plus efficace dans son geste ? Justifier.

2 Équilibre d'une barre en rotation (cas facile)

On dispose d'une barre pouvant tourner autour d'un axe en rotation Δ <u>confondu avec le centre de gravité G</u> de la barre. On suspend une masse m = 200 g à ***différentes distances d_1*** de l'axe de rotation Δ, si bien qu'il s'exerce sur la barre une force égale au poids $\vec{P}$ de cette masse. Afin que la barre soit en équilibre (parfaitement à l'horizontale), on exerce une force $\vec{F}$ à une distance d_2 = 15,6 cm de l'axe de rotation.
Cette force, de valeur F, est exercée à la main et est mesurée par l'intermédiaire d'un dynamomètre.

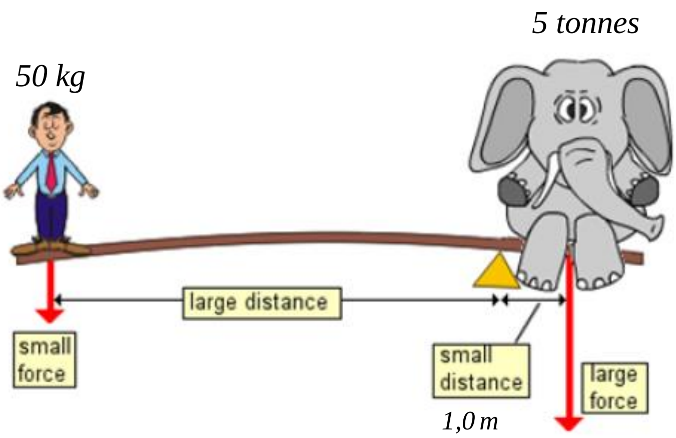


✍ **4.** Donner l'expression littérale du poids P. Préciser les unités.

✍ **5.** Donner, à l'aide du document 1, l'expression littérale de $\mathcal{M}_\Delta(\vec{P})$ puis de $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ en fonction des distances d_1 et d_2.

✍ **6.** Réaliser l'expérience pour obtenir l'équilibre et compléter le tableau ci-dessous avec vos résultats.
<u>Donnée</u> : Intensité de la pesanteur terrestre : g = 10 $m.s^{-2}$.

d_2 (cm)	15,6		
P (N)			
d_1 (cm)	5,2	10,4	15,6
F (N)			
$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P})$ (N.m)			
$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ (N.m)			

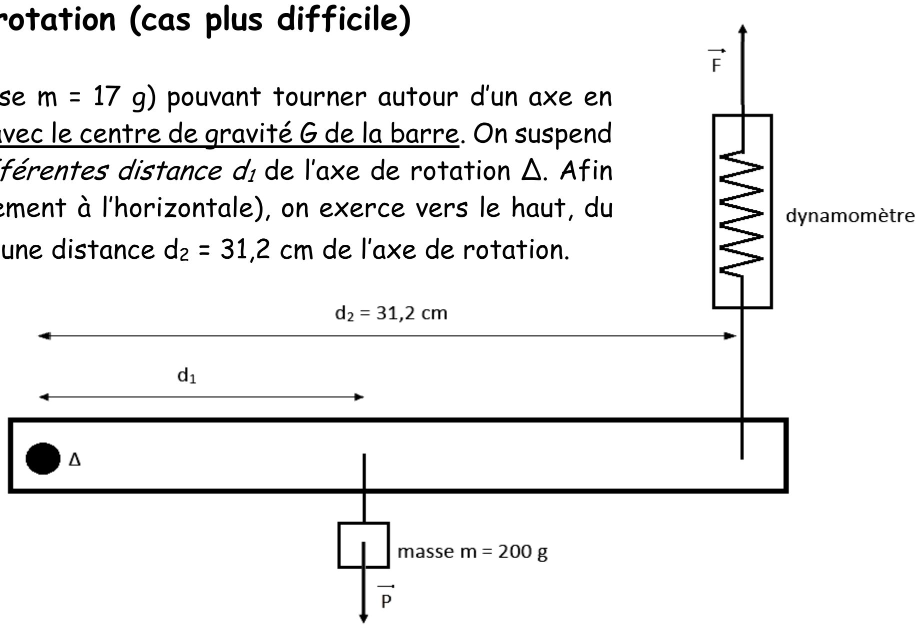


✍ **7.** En déduire une relation entre $\mathcal{M}_\Delta(\vec{P})$ et $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ pour obtenir l'équilibre à l'horizontale de la barre.

✍ **8.** En déduire une égalité entre les grandeurs d_1, P, d_2 et F lorsque la barre est en équilibre autour d'un axe de rotation. Commenter l'image ci-dessus. A quelle distance faut-il se mettre pour soulever un éléphant ?

3 Équilibre d'une barre en rotation (cas plus difficile)

On dispose de la même barre (de masse m = 17 g) pouvant tourner autour d'un axe en rotation Δ, cette fois-ci <u>non confondu avec le centre de gravité G de la barre</u>. On suspend de nouveau une masse m = 200 g à *différentes distance d_1* de l'axe de rotation Δ. Afin que la barre soit en équilibre (parfaitement à l'horizontale), on exerce vers le haut, du même côté de la barre, une force $\vec{F}$ à une distance d_2 = 31,2 cm de l'axe de rotation.

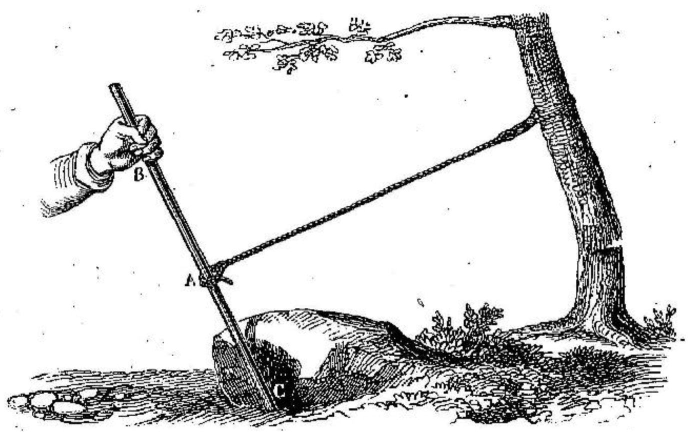


Cette force, de valeur F, est exercée à la main et est mesurée par l'intermédiaire d'un dynamomètre.

✍ **9.** A votre avis, d'après la question 8, quelle relation s'attend-on à trouver entre d_1, P, d_2 et F lorsque la barre est en équilibre ?

✍ **10.** Réaliser l'expérience pour obtenir l'équilibre et compléter le tableau ci-dessous avec vos résultats.

d_2 (cm)	31,2		
P (N)			
d_1 (cm)	7,8	15,6	23,4
F (N)			
$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P})$ (N.m)			
$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ (N.m)			
Écart entre $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ et $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ (N.m)			



✍ **11.** Un élève pensait qu'il y aurait égalité entre $\mathcal{M}_\Delta(\vec{P})$ et $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$. Pourquoi a-t-il tort ? Faire la moyenne des écarts. À quoi correspond cette valeur moyenne ? Quelle force aurait dû être pris en compte ici pour modéliser l'équilibre ? Quel est la valeur du moment de cette force. Conclure.

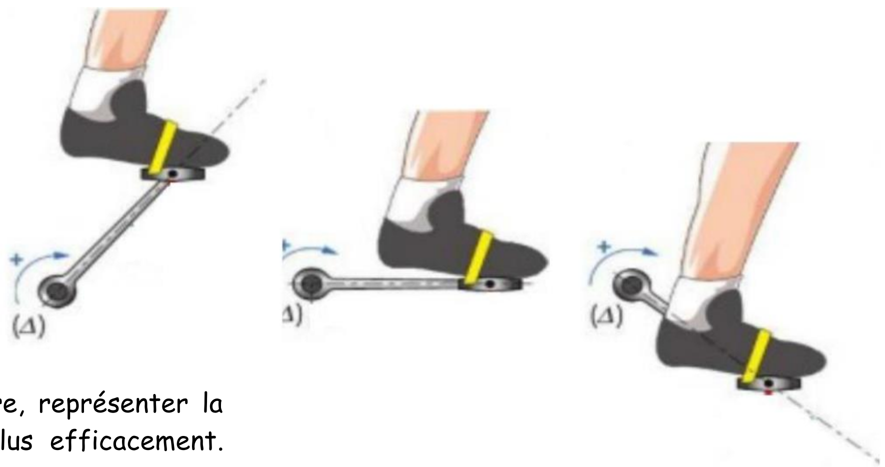
✍ **12.** Représenter les 2 forces exercées en A et en B sur la barre susceptible de tourner autour du point C dans l'exemple représenté ci-dessus. A quelle condition peut-on faire tomber l'arbre d'une seule main ?

4 Retour sur la problématique du cycliste

✍ **13.** Pour les 3 situations du contexte du début du TP, attribuer la bonne valeur du moment de la force F à chaque situation. Justifier en détaillant les calculs.

a. 4,91 N.m ; b. 5,85 N.m ; c. 7,65 N.m

✍ **14.** Quels conseils donneriez-vous au cycliste pour pédaler plus efficacement ?



✍ **15.** Sur chacun des schémas ci-contre, représenter la direction de la force pour pédaler le plus efficacement. Déterminer alors le moment de la force dans ce cas.