

Objectif : Modéliser différents types d'actions exercées par un système par une force. Utiliser l'expression de la force gravitationnelle.

Compétences : ANA : /2
APP : /2 REA : /3

Document 1 : Krypton, la planète d'origine de Superman

Dès sa naissance, en juin 1938, se posa le problème de l'origine des pouvoirs de notre héros [...]. Vers la fin des années 1940, les textes décrivent le peuple de Krypton comme des humains plutôt ordinaires et cherchèrent l'origine des pouvoirs de Superman dans la physique. [...]



Pour commencer, intéressons-nous aux origines de Superman, et plus particulièrement à sa planète de naissance, Krypton. Il s'agit d'un problème d'importance car, d'après les textes, c'est dans la différence de gravité entre Krypton et la Terre que réside la source des pouvoirs de l'Homme d'Acier.

Au XVIIIème siècle, Isaac Newton a découvert que deux corps massifs s'attirent avec une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Cette loi universelle de la gravitation régit le mouvement des planètes et explique pourquoi la Terre nous retient à sa surface. En effet, notre sensation de pesanteur est la conséquence de la force gravitationnelle que la Terre exerce sur notre corps. Si la Terre était plus massive, cette sensation serait plus forte.

Roland Lehoucq, *D'où viennent les pouvoirs de Superman ? Physique ordinaire d'un super héros (EDP Sciences, 2003).*

Document 2 : poids et masse (rappels de collège)

Un objet de masse **m** est attiré vers le centre de la terre avec un poids **P** qui peut être calculé grâce à la relation suivante :

$$P = m \times g$$

Unités et mesures :

m s'exprime en kilogramme (kg). *La masse se mesure avec une balance.*

P s'exprime en newton (N). *Une action se mesure avec un dynamomètre.*

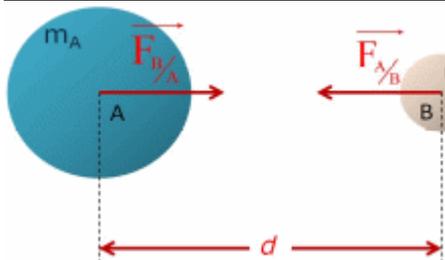
g est l'intensité de la pesanteur en newton par kilogramme (N.kg⁻¹)

ANA Question 1 : Propose un protocole expérimental pour évaluer l'intensité de la pesanteur terrestre.

REA Question 2 : Ecris tes mesures et tes calculs.

REA Question 3 : Calcule le poids de Superman sur la terre (la masse de Superman est estimée à 96 kg).

Document 3 : L'interaction gravitationnelle



• D'après la loi de la gravitation de Newton, la force s'exerçant entre deux corps A et B de masse m_A et m_B , dont les centres de gravité sont séparés par une distance d , vaut :

$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

G est la constante de gravitation. Elle est toujours égale à $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$, quel que soit l'altitude ou l'astre sur lequel on se trouve.

• A la **surface** d'un astre la force d'interaction gravitationnelle correspond au poids de l'objet, soit : $P = F$

REA Question 4 : Calcule le poids de Superman sur Krypton (cette planète a une masse de $1,79 \times 10^{26} \text{ kg}$ pour un rayon identique à la Terre soit $6,30 \times 10^6 \text{ m}$).

ANA Question 5 : Rédige une hypothèse expliquant la super force de Superman sur terre.

Document 4 : Le vecteur en mathématique, outil de représentation d'une force en physique

Un vecteur est un objet mathématique défini comme : « un segment orienté dans l'espace possédant une origine et une extrémité ». Il est représenté par une flèche qui symbolise :

- sa direction (droite qui le supporte)
- son sens (un vecteur est orienté)
- son module ou sa norme (longueur du segment fléché)

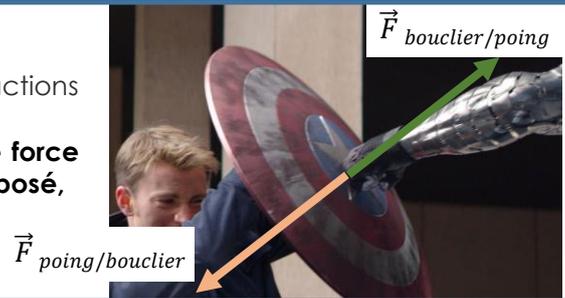
En physique, on représente l'action d'un objet sur un autre par **une force** qui est un vecteur. **L'origine du vecteur est le centre de l'objet** sur lequel s'applique l'action : on modélise alors l'objet par un simple point.

Le fait de modéliser un objet par un simple point a pour conséquence de perdre de l'information sur l'objet : sa forme, sa taille, etc. D'autre part, l'action s'applique bien sur la totalité de l'objet et non uniquement son centre. Mais ce modèle permet de représenter très simplement les actions exercées sur l'objet.

Document 5 : Le principe des actions réciproques

La troisième loi de Newton est appelée le principe des actions réciproques.

« Tout corps A exerçant une force sur un corps B subit une force d'intensité égale, de même direction mais de sens opposé, exercée par le corps B »



A réaliser sur les dessins ci-dessous :

APP Question 6 : représente la direction de la force par une droite sur toute l'image au crayon à papier sans appuyer pour chaque action décrite ci-dessous.

APP Question 7 : représente la force par un segment fléché de couleur avec une norme respectant l'échelle pour chaque action ci-dessous.

Action de Spiderman sur le fil en rouge et l'action du fil sur Spiderman en bleu
(masse de Spiderman : 65kg.) Echelle : 1cm=200 N.

Poids de Hulk en rouge (masse de Hulk : 500 kg.) et action du sol sur le pied de Hulk en bleu.
Echelle : 1cm=1000 N.

Action de Magnéto qui repousse un missile avec une force de 30 000N.
Echelle : 1cm=10 000 N.

