

AM-02.04 — Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

Comment une force produit-elle une accélération et pourquoi une fusée n'a-t-elle pas besoin d'air pour "prendre appui" ?

Boussole du cours

Objectif : comprendre chaque mot, symbole, unité et opération avant d'utiliser la formule.

Méthode : concret → vocabulaire → calcul pas à pas → trois exemples → contrôle.

Ressource pédagogique libre : ce contenu ne constitue ni une formation professionnelle, ni un diplôme, ni une certification, ni une habilitation. Les exemples servent à comprendre les principes et ne remplacent pas l'ingénierie, les essais ni la qualification d'un système réel.

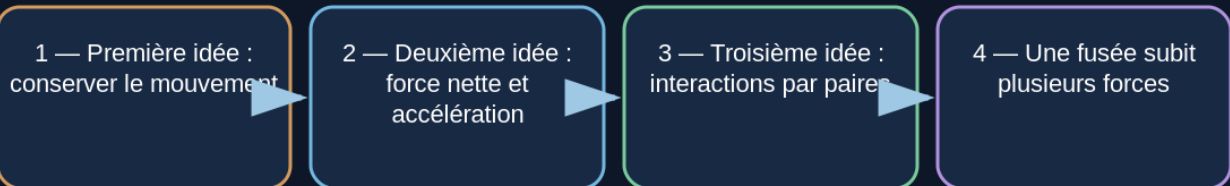
1 — Une force, c'est simplement une poussée ou une traction

Un rover peut être poussé par ses roues, tiré par un câble, freiné par le sol ou attiré vers le bas par la gravité. Chacune de ces interactions peut être représentée par une **force**.

Une force possède une intensité, une direction et un sens. On la représente souvent par une flèche : plus la flèche est longue, plus la force dessinée est grande.

Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

Comment une force produit-elle une accélération et pourquoi une fusée n'a-t-elle pas besoin d'air pour "prendre appui" ?



Delta-Sierra · Space Academy

Forces sur un rover : traction, résistance, poids et réaction du sol.

2 — Le newton : l'unité de force

Le symbole **N** se lit « newton ». Une force de 1 N est celle qui donnerait à 1 kg une accélération de 1 m/s² si elle était la seule force non compensée dans cette direction.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Le point « · » signifie ici « multiplié par » entre unités.

3 — Plusieurs forces peuvent se compenser : la résultante

Supposons qu'un moteur pousse le rover vers l'est avec 500 N, tandis que les résistances s'opposent au mouvement avec 200 N vers l'ouest.

on choisit l'est positif
 $F_{\text{moteur}} = +500 \text{ N}$

$$F_{\text{résistances}} = -200 \text{ N}$$

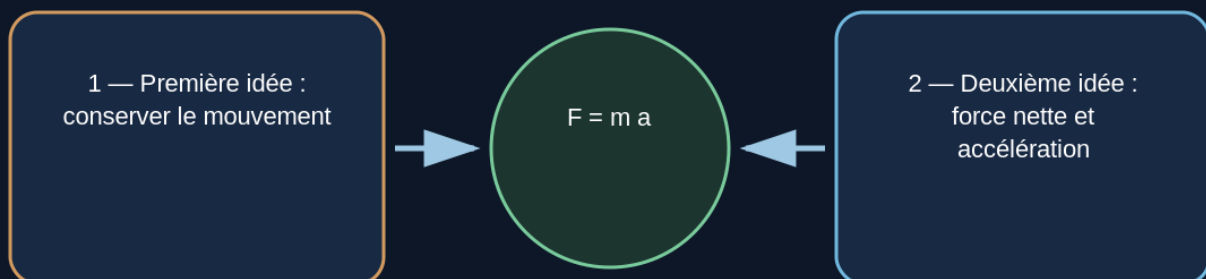
$$F_{\text{résultante}} = 500 - 200 = +300 \text{ N}$$

La **résultante** est la somme de toutes les forces avec leur direction. Ici il reste 300 N vers l'est.

Pourquoi soustraire ? Parce que les deux forces sont opposées : l'une aide le mouvement vers l'est, l'autre s'y oppose.

Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

1 — Première idée : conserver le mouvement



Delta-Sierra · Space Academy

Des forces opposées peuvent se compenser totalement ou partiellement.

4 — Première loi de Newton : sans force résultante, le mouvement ne change pas

Si la résultante des forces est nulle, un objet au repos reste au repos, et un objet déjà en mouvement conserve un mouvement rectiligne uniforme dans le modèle idéal étudié.

C'est l'idée d'**inertie** : un objet ne change pas spontanément sa vitesse.

Sur le sol martien : il existe des résistances, des irrégularités et des frottements ; il faut donc distinguer la loi générale du cas réel où d'autres forces agissent.

5 — Deuxième loi : $F = m \times a$

$$F = m \times a$$

On prononce : « F égale m multiplié par a ».

- **F** = force résultante, en newtons ;
- **m** = masse, en kilogrammes ;
- **a** = accélération, en m/s^2 .

Un rover de 150 kg subit une résultante de 300 N vers l'est :

$$a = F \div m = 300 \div 150 = 2 \text{ m/s}^2$$

Pourquoi diviser par la masse ? Parce qu'à force égale, une masse plus grande change moins rapidement de vitesse.

Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

2 — Deuxième idée : force nette et accélération

1 — Première idée :
conserver le mouvement

2 — Deuxième idée :
force nette et
accélération

3 — Troisième idée :
interactions par paires

4 — Une fusée subit
plusieurs forces

Delta-Sierra · Space Academy

La même force produit moins d'accélération sur une masse plus grande.

6 — Troisième loi : action et réaction

Quand un moteur-fusée accélère des gaz vers l'arrière, les gaz exercent en retour une force sur le moteur vers l'avant. Les deux forces concernent **deux objets différents**.

On résume : si A exerce une force sur B, B exerce une force de même intensité et de sens opposé sur A.

Piège fréquent : action et réaction ne « s'annulent » pas sur un même objet, car elles s'appliquent à deux objets différents.

7 — Trois exemples guidés

Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

Trois cas complets

1

Exemple A — accélération

Division car on cherche l'accélération par unité de masse.

2

Exemple B — masse double

Doubler la masse divise ici l'accélération par deux.

3

Exemple C — force nette

Il faut soustraire car les forces sont opposées dans le même axe.

Delta-Sierra · Space Academy

Rover, câble et propulseur : trois applications des lois de Newton.

Exemple A — Accélérer un rover

Masse 200 kg, résultante 400 N.

$$a = 400 \div 200 = 2 \text{ m/s}^2$$

Exemple B — Forces qui s'équilibrent

Un câble tire à +600 N, une force opposée vaut -600 N.

$$F_{\text{résultante}} = +600 - 600 = 0 \text{ N}$$

Dans le modèle, il n'y a pas d'accélération liée à ces forces : la vitesse ne change pas.

Exemple C — Retrouver la force nécessaire

On veut donner une accélération de 0,5 m/s² à une charge de 1 000 kg.

$$F = 1\,000 \times 0,5 = 500 \text{ N}$$

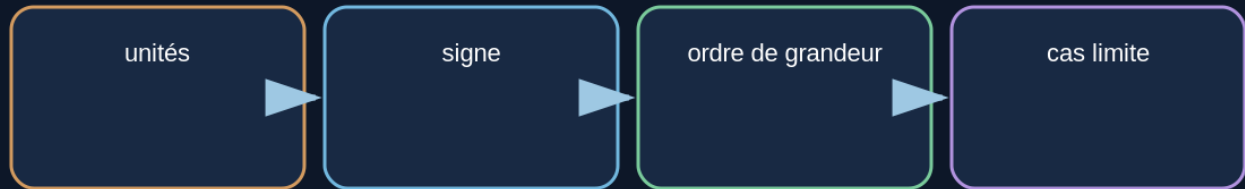
8 — Méthode pratique : dessiner d'abord les forces

Avant une équation, dessinez l'objet étudié puis toutes les forces qui s'exercent **sur lui**. Choisissez ensuite un axe positif. C'est seulement après que les signes + et - deviennent naturels.

1. choisir l'objet ;
2. dessiner les forces ;
3. choisir l'axe ;
4. additionner les composantes ;
5. utiliser $F = m \times a$.

Force et lois de Newton : pourquoi une fusée change de mouvement

Toujours vérifier



Delta-Sierra · Space Academy

Contrôle : objet étudié, forces réelles, sens, unités et résultante.

9 — Exercices corrigés

Exercice 1

800 N vers l'est et 300 N vers l'ouest : résultante ?

+500 N vers l'est.

Exercice 2

Une masse de 250 kg accélère à $1,2 \text{ m/s}^2$. Force résultante ?

$F = 250 \times 1,2 = 300 \text{ N}$.

Exercice 3

Pourquoi les forces d'action-réaction ne s'annulent-elles pas dans le bilan d'un seul objet ?

Parce qu'elles s'exercent sur deux objets différents.

Sources primaires et pédagogiques

- [NASA Glenn - Four Forces on a Rocket](#)
- [NASA Glenn - Rocket Thrust](#)
- [NASA Science - Basics of Space Flight: Gravity & Mechanics](#)