

### Objectifs du chapitre

- Connaître les 4 caractéristiques d'une force et la représenter par un vecteur.
- Calculer le poids d'un objet à partir de sa masse.
- Identifier les forces qui s'exercent sur un objet et vérifier une condition d'équilibre.
- Appliquer ces notions à des situations du métier (menuiserie, agencement).

### Situation professionnelle — Pose d'un panneau mural

Un installateur d'agencement fixe un panneau de bois de 12 kg sur une cloison. Il doit s'assurer que les fixations assurent l'équilibre du panneau en identifiant les forces en jeu (poids, réaction des chevilles) et en vérifiant qu'elles se compensent.

## 1. Notion de force

### DÉFINITION

Une **force** est une action exercée par un objet (ou l'environnement) sur un autre objet. Elle peut modifier l'état de mouvement d'un objet ou le déformer.

Une force est entièrement définie par **4 caractéristiques** :

Caractéristique	Description	Exemple
Point d'application	Endroit où la force s'applique sur l'objet	Centre de gravité d'une planche
Direction (droite d'action)	La droite sur laquelle agit la force	Verticale, horizontale, oblique
Sens	Orientation le long de la droite d'action	Vers le bas, vers le haut
Valeur (intensité)	Grandeur de la force, exprimée en Newtons (N)	50 N, 200 N

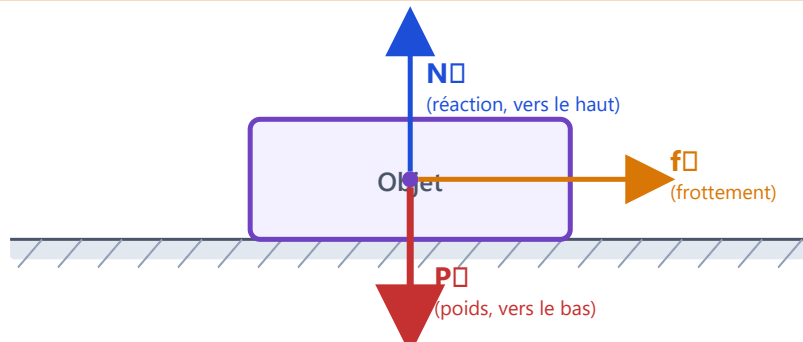
## REPRÉSENTATION VECTORIELLE

Une force se représente par un **vecteur**  $\vec{F}$ . Sa longueur est proportionnelle à sa valeur (on choisit une échelle), sa flèche indique le sens, et son support indique la direction.

L'unité de force est le **Newton**, symbole **N** (du nom d'Isaac Newton).

### Représentation des forces sur un objet : poids, réaction normale et frottement

3 forces sur l'objet :  $P$  (poids, rouge) —  $N$  (réaction normale, bleu) —  $f$  (frottement, orange)



Le poids  $\vec{P}$  est vertical vers le bas (rouge). La réaction normale  $\vec{N}$  est perpendiculaire au support (bleu, vers le haut). Le frottement  $\vec{f}$  est parallèle au support (orange, horizontal).

## 2. Le poids

### DÉFINITION

Le **poids**  $\vec{P}$  est la force exercée par la Terre (attraction gravitationnelle) sur un objet. Tout objet ayant une masse est soumis à son poids.

### Caractéristiques du poids

- **Point d'application** : centre de gravité de l'objet
- **Direction** : verticale
- **Sens** : vers le bas (vers le centre de la Terre)
- **Valeur** :  $P = m \times g$

$$P = m \times g$$

$P$  : poids en Newtons (N) —  $m$  : masse en kilogrammes (kg) —  $g$  : intensité de la pesanteur en N/kg

### VALEUR DE G SUR TERRE

$g = 9,81 \text{ N/kg}$  (valeur précise) ou  $g \approx 10 \text{ N/kg}$  (valeur approchée utilisée en exercice).  
Sur la Lune :  $g_{\text{Lune}} \approx 1,6 \text{ N/kg}$  (le poids y est environ 6 fois plus faible).

### ATTENTION — MASSE $\neq$ POIDS

- La **masse** (en kg) est une propriété intrinsèque de l'objet : elle ne change pas selon l'endroit où on se trouve.

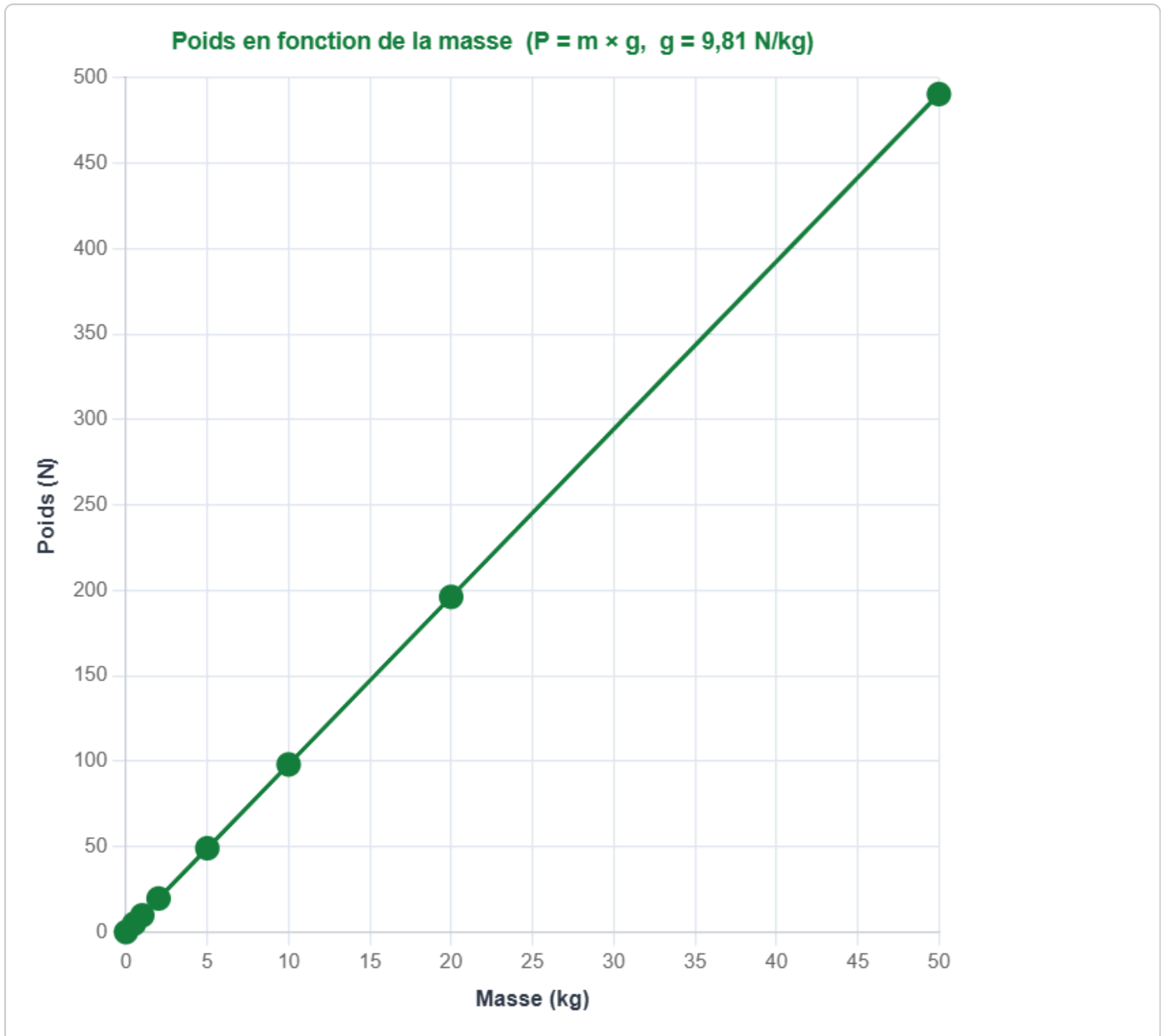
- Le **poids** (en N) est une force qui dépend de l'endroit où on se trouve.

*Exemple : un astronaute de masse 80 kg a un poids de 784 N sur Terre, mais seulement 128 N sur la Lune.*

### EXEMPLES EN ATELIER

- Une planche de chêne de masse  $m = 8 \text{ kg}$  :  $P = 8 \times 10 = 80 \text{ N}$
- Une fraiseuse de masse  $m = 120 \text{ kg}$  :  $P = 120 \times 10 = 1\,200 \text{ N}$
- Un panneau de MDF de masse  $m = 25 \text{ kg}$  :  $P = 25 \times 10 = 250 \text{ N}$
- Un plateau de hêtre de masse  $m = 15 \text{ kg}$  :  $P = 15 \times 10 = 150 \text{ N}$

Graphique — Relation Poids / Masse ( $P = m \times g$ , avec  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ )



La droite passe par l'origine : plus la masse est grande, plus le poids est important. Pente =  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

#### APPLICATION

Une armoire de cuisine en bois massif a une masse de  $m = 45 \text{ kg}$ .

1. Calculer le poids  $P$  de cette armoire en prenant  $g = 10 \text{ N/kg}$ .
2. Donner la direction et le sens du vecteur poids  $\vec{P}$ .
3. Cette armoire est posée sur le sol. Quelle est la valeur de la réaction du sol  $R$  sur l'armoire ? Justifier.

### 3. La réaction du support

#### DÉFINITION

La **réaction du support**  $\vec{R}$  est la force exercée par la surface d'appui sur l'objet en contact avec elle. C'est une force de contact.

#### PROPRIÉTÉ

La réaction du support est **perpendiculaire** à la surface de contact :

- Sur un plan **horizontal** : la réaction est **verticale vers le haut**.
- Sur un plan incliné : la réaction est perpendiculaire au plan incliné.

#### EXEMPLE

Une armoire posée sur le sol : le sol exerce une force verticale vers le haut sur l'armoire. C'est la réaction du support  $\vec{R}$ . Sans cette réaction, l'armoire tomberait à travers le sol.

#### APPLICATION

Un panneau de contreplaqué de masse  $m = 12 \text{ kg}$  est posé à plat sur une table horizontale.

1. Lister toutes les forces qui s'exercent sur ce panneau.
2. Pour chaque force, préciser : quel objet l'exerce, sa direction et son sens.
3. Justifier que le panneau est bien en équilibre.

## 4. Le principe des actions réciproques (3<sup>e</sup> loi de Newton)

### 3<sup>E</sup> LOI DE NEWTON — ÉNONCÉ

« Si un objet A exerce une force sur un objet B, alors B exerce sur A une force égale en valeur et en direction, mais de sens opposé. »

En formule :  $\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$

Les deux forces ont :

- la même droite d'action
- la même valeur (intensité)
- des sens **opposés**

### ATTENTION

Ces deux forces ne s'annulent pas car elles ne s'appliquent **pas sur le même objet** : l'une s'applique sur A, l'autre sur B.

### EXEMPLE — ARMOIRE SUR LE PLANCHER

- L'armoire *appuie* sur le plancher avec une force dirigée vers le bas (action de l'armoire sur le plancher).
- Le plancher *réagit* sur l'armoire avec une force de même valeur, dirigée vers le haut (réaction du plancher sur l'armoire).

Ces deux forces forment une paire d'actions réciproques.

## 5. Condition d'équilibre

### DÉFINITION

Un objet est en **équilibre** lorsqu'il est immobile (ou en mouvement rectiligne uniforme) et que la somme vectorielle de toutes les forces qui s'exercent sur lui est nulle.

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

La somme vectorielle de toutes les forces est nulle.

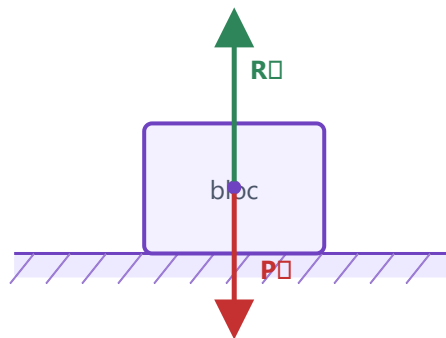
### CAS DE 2 FORCES EN ÉQUILIBRE

Un objet soumis à **deux forces** est en équilibre si et seulement si ces deux forces sont :

- sur la même droite d'action (colinéaires)
- de même valeur
- de **sens opposés**

Illustration : bloc posé sur un plan horizontal

Équilibre :  $P + R = 0$  (même valeur, sens opposés)



Bloc en équilibre : le poids  $\vec{P}$  (rouge, vers le bas) et la réaction  $\vec{R}$  (vert, vers le haut) ont la même valeur et des sens opposés.

## APPLICATION

Un objet est soumis à deux forces :

- $\vec{F}_1$  : verticale vers le bas, valeur 80 N.
- $\vec{F}_2$  : verticale vers le haut, valeur 80 N.

1. Calculer  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ . L'objet est-il en équilibre ? Justifier.
2. On ajoute une troisième force  $\vec{F}_3$  horizontale de valeur 30 N. L'objet est-il toujours en équilibre ? Pourquoi ?
3. Quelle force  $\vec{F}_4$  faudrait-il ajouter à  $\vec{F}_3$  pour rétablir l'équilibre ?

## 6. Équilibre avec 3 forces

### THÉORÈME DES 3 FORCES

Trois forces en équilibre sont **coplanaires** (dans le même plan) et **concourantes** : leurs droites d'action se croisent toutes en un même point.

### MÉTHODE — VÉRIFIER L'ÉQUILIBRE SOUS 3 FORCES

1. Identifier les 3 forces et tracer leurs droites d'action.
2. Vérifier qu'elles sont dans le même plan (coplanaires).
3. Vérifier qu'elles se croisent toutes en un même point (concourantes).
4. Vérifier que la somme vectorielle est nulle (fermeture du triangle des forces).

### EXEMPLE — ÉTAGÈRE MURALE

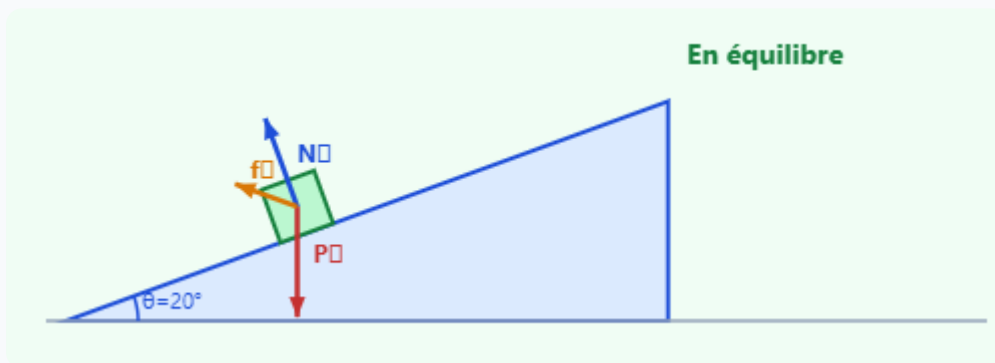
Une étagère fixée au mur par une équerre est soumise à 3 forces :

- son poids  $\vec{P}$  (vertical vers le bas)
- la réaction du mur (horizontale)
- la tension dans l'équerre (oblique)

Pour que l'étagère soit en équilibre, ces 3 droites d'action doivent se croiser en un même point.

## 7. Équilibre sur un plan incliné — Animation interactive

Un objet posé sur un plan incliné est soumis à trois forces : le poids  $\vec{P}$  (vertical vers le bas), la réaction normale  $\vec{N}$  (perpendiculaire au plan) et la force de frottement  $\vec{f}$  (parallèle au plan). Si l'angle est trop grand, l'objet glisse.



Angle :  $20^\circ$  — Statut : **En équilibre**

L'angle limite d'équilibre dépend du coefficient de frottement ( $\mu = 0,4$  dans cet exemple, soit un angle limite de  $21,8^\circ$ ). Au-delà, la composante du poids parallèle au plan dépasse la force de frottement maximale et l'objet glisse.

### APPLICATION

Un bloc de bois de masse  $m = 5 \text{ kg}$  est posé sur un plan incliné à  $\theta = 30^\circ$ . On donne  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

1. Calculer le poids  $P$  du bloc.
2. Calculer la composante du poids perpendiculaire au plan :  $P_{\perp} = P \cos \theta$ .
3. Calculer la composante du poids parallèle au plan :  $P_{\parallel} = P \sin \theta$ .
4. Sachant que la force de frottement maximale vaut  $f_{\max} = \mu \times P_{\perp}$  avec  $\mu = 0,4$ , le bloc est-il en équilibre ?

## 8. Applications en atelier de menuiserie

Les notions de forces et d'équilibre s'appliquent directement aux situations rencontrées en menuiserie et agencement. En voici trois exemples concrets.

### Exemple 1 — Poids d'un panneau de bois

#### PROBLÈME RÉSOLU

Un panneau de mélaminé a une masse de  $m = 25 \text{ kg}$ . Calculer son poids avec  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

**Formule :**  $P = m \times g$

**Application numérique :**  $P = 25 \times 9,81 = 245,25 \approx \mathbf{245 \text{ N}}$

**Conclusion :** Le panneau exerce une force de  $245 \text{ N}$  sur ses supports. Il faut des fixations capables de supporter cette charge. Deux supports égaux supportent chacun  $245/2 \approx 123 \text{ N}$ .

## Exemple 2 — Équilibre d'une étagère fixée au mur

### DÉMARCHE DE VÉRIFICATION

Une étagère de masse  $m_{\text{étag}} = 4 \text{ kg}$  supporte des livres de masse totale  $m_{\text{livres}} = 12 \text{ kg}$ .

1. **Poids total** :  $P_{\text{total}} = (m_{\text{étag}} + m_{\text{livres}}) \times g = (4 + 12) \times 10 = 160 \text{ N}$
2. **Condition d'équilibre** : La somme des réactions des supports doit égaler le poids total :  $R_1 + R_2 = 160 \text{ N}$ .
3. **Avec 2 supports identiques** :  $R_1 = R_2 = 80 \text{ N}$  — chaque support doit résister à **80 N** minimum.
4. **Fixations** : Choisir des vis et chevilles dont la résistance au cisaillement est supérieure à 80 N (avec un coefficient de sécurité, on prend au moins le double, soit 160 N par vis).

## Exemple 3 — Soulever une pièce lourde — Pourquoi un engin de levage est indispensable

### SÉCURITÉ EN ATELIER

Un plateau de chêne massif a une masse de  $m = 80 \text{ kg}$ .

**Poids** :  $P = 80 \times 9,81 \approx 784 \text{ N}$

La norme européenne fixe à environ **25 kg** la charge maximale pouvant être soulevée manuellement par une personne. Pour 80 kg, le soulever manuellement serait dangereux et illégal en milieu professionnel.

**Solution** : Utiliser un *diable*, un *transpalette*, une *potence* ou un *pont roulant* en atelier. Ces engins transmettent la force à une structure mécanique en équilibre et permettent de manipuler la pièce en toute sécurité.

## 9. Tableau de synthèse

Grandeur	Symbole	Unité	Formule / Remarque
Force	$\vec{F}$	Newton (N)	Vecteur à 4 caractéristiques : point d'application, direction, sens, valeur
Poids	$\vec{P}$ ou $P$	Newton (N)	$P = m \times g$ — vertical vers le bas — point d'application : centre de gravité
Masse	$m$	Kilogramme (kg)	Propriété intrinsèque de l'objet, constante quel que soit l'endroit
Intensité de la pesanteur	$g$	N/kg	$g = 9,81 \approx 10$ N/kg sur Terre
Réaction du support	$\vec{R}$	Newton (N)	Perpendiculaire à la surface de contact ; verticale vers le haut sur un plan horizontal
Frottement	$\vec{f}$	Newton (N)	Parallèle à la surface de contact ; s'oppose au mouvement relatif ou à la tendance au glissement

## 10. À retenir

### À RETENIR

1. Une force est caractérisée par 4 éléments : **point d'application, direction, sens, valeur**. Elle se représente par un vecteur  $\vec{F}$ . L'unité est le Newton (N).
2. Le **poids** se calcule par  $P = m \times g$  ; sur Terre  $g = 9,81 \text{ N/kg} \approx 10 \text{ N/kg}$ . Il est dirigé verticalement vers le bas.
3. **Masse (kg)  $\neq$  Poids (N)** : la masse est constante, le poids varie selon l'endroit (Terre, Lune...).
4. Un objet est en **équilibre** si  $\sum \vec{F} = \vec{0}$ . Pour 2 forces : même droite d'action, même valeur, sens opposés.
5. La **3<sup>e</sup> loi de Newton** : les forces d'interaction entre deux objets sont égales en valeur, de même direction et de sens opposés.
6. Sur un **plan incliné**, l'objet glisse si la composante du poids parallèle au plan dépasse la force de frottement maximale. Plus l'angle est grand, plus le risque de glissement est élevé.
7. En atelier de menuiserie, toujours vérifier que les **fixations et supports** peuvent résister aux forces exercées. Pour les charges lourdes ( $> 25 \text{ kg}$ ), utiliser un **engin de levage**.

Simulation interactive

[Forces et équilibre](#)

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)

**Rappels essentiels :** Force : vecteur caractérisé par son point d'application, sa direction, son sens et sa valeur (en N). Poids :  $P = m \times g$  avec  $g = 9,8 \text{ N/kg}$  sur Terre. Condition d'équilibre :  $\sum \vec{F} = \vec{0}$  (forces opposées, même valeur). Actions réciproques (3<sup>e</sup> loi de Newton) : si A exerce une force sur B, alors B exerce une force opposée de même valeur sur A.

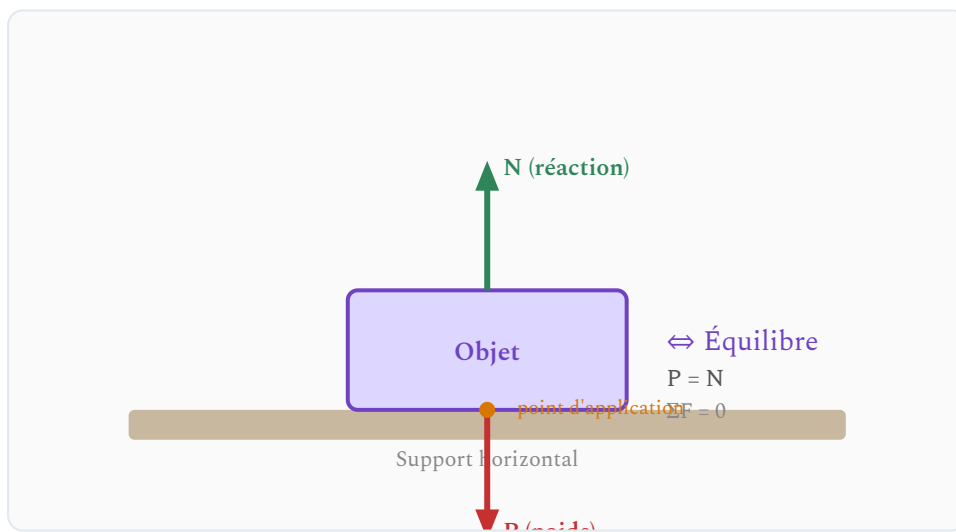
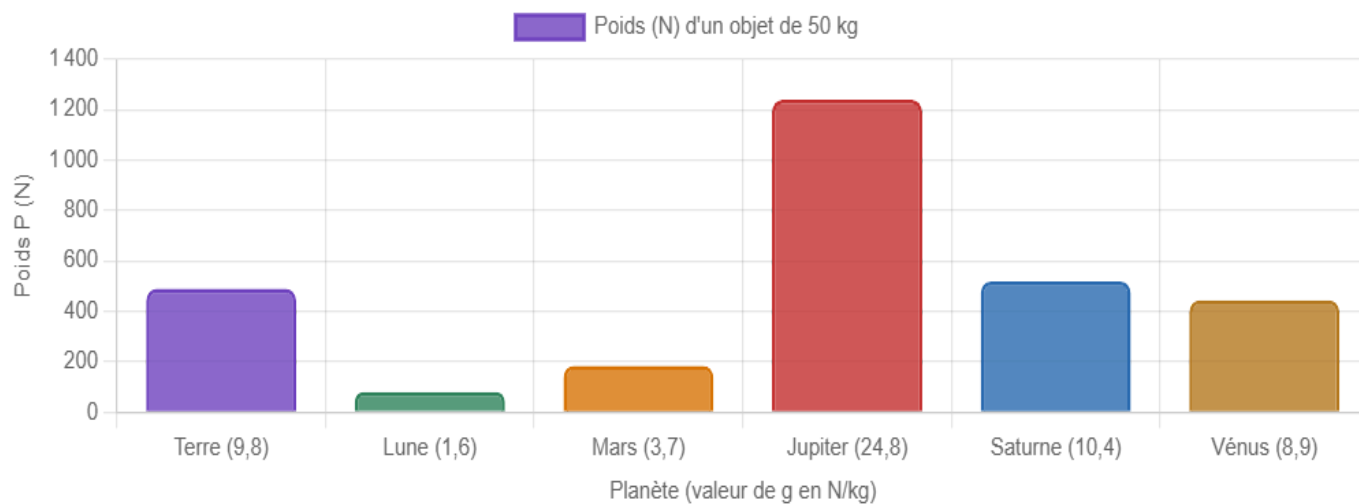


Diagramme des forces sur un objet posé sur un support horizontal : équilibre  $P = N$

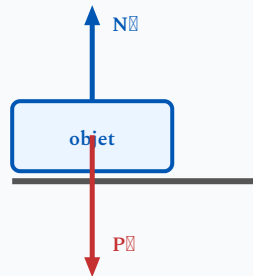
### Poids d'un objet de 50 kg selon la planète



## Exercices guidés pas à pas

### EXERCICE 1 Poids et masse – calculs de base

SOCLE



Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$

**Formule :**  $P = m \times g$  avec  $g = 9,8 \text{ N/kg}$  sur Terre.

Pour calculer la masse :  $m = \frac{P}{g}$

#### Partie A – Calculer le poids :

Objet	Masse $m$ (kg)	Poids $P$ (N)
Panneau de MDF	25	?
Technicien menuisier	80	?
Charnière de porte	0,3	?

#### Partie B – Calculer la masse :

Objet	Poids $P$ (N)	Masse $m$ (kg)
Plateau de chêne massif	490	?
Scie à ruban d'atelier	1960	?

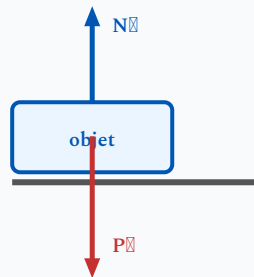
**Partie C :** Sur la Lune,  $g_{Lune} = 1,6 \text{ N/kg}$ . Quel serait le poids du technicien menuisier (80 kg) sur la Lune ?

Mes calculs :

---

EXERCICE 2 Identifier les forces sur un objet

SOCLE



Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$

Pour tout objet en équilibre, on identifie les forces en listant tout ce qui le **touche** + son poids (à distance). Chaque contact = une force de réaction.

1. Un livre est posé sur une table. Identifier et nommer toutes les forces qui s'exercent sur le livre. Préciser le sens de chaque force.
2. Une clé est suspendue à un fil. Identifier toutes les forces qui s'exercent sur la clé.
3. Pour chaque situation, écrire la condition d'équilibre en termes de valeurs (relation entre les forces).

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 3****SOCLE**

**3<sup>e</sup> loi de Newton :** Si un objet A exerce une force  $\vec{F}_{A/B}$  sur un objet B, alors B exerce sur A une force  $\vec{F}_{B/A}$  telle que :  $\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$  (même valeur, même direction, sens opposés).

Un plateau de bois massif de masse  $m = 60 \text{ kg}$  est posé sur un établi en atelier.

1. Le plateau exerce une force sur l'établi (vers le bas). Nommer et décrire la force réciproque.
2. La Terre attire le plateau vers le bas (poids). Quelle est la force réciproque exercée par le plateau sur la Terre ?
3. Calculer le poids du plateau. Quelle est la valeur de la force réciproque ?

*Mes calculs :*

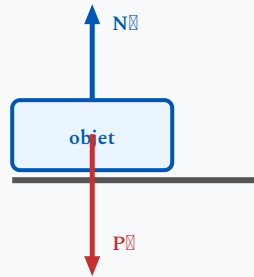
---

---

---

#### EXERCICE 4 Bloc en équilibre sur une table – étapes guidées

SOCLE



Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$

#### Méthode équilibre :

Étape 1 : Lister les forces (poids vers le bas + réaction vers le haut)

Étape 2 : Condition d'équilibre :  $N = P$

Étape 3 : Calculer  $P = m \times g$ , puis en déduire  $N$

Un bloc de masse  $m = 50 \text{ kg}$  est posé sur une table horizontale.

1. Lister les forces sur le bloc (nom + sens) :

- Force 1 : "P = poids, exercé par la Terre, dirigée vers le ....."
- Force 2 : "N = ....., exercée par la table, dirigée vers le ....."

2. Condition d'équilibre :  $\sum \vec{F} = \vec{0}$  donc  $N = \dots$

3. Calculer le poids :  $P = m \times g = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$

4. En déduire  $N = \dots \text{ N}$

5. On pose un objet de 10 kg supplémentaires. Calculer la nouvelle réaction :

Masse totale =  $50 + 10 = \dots \text{ kg}$

$N = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$

Mes calculs :

---

---

## EXERCICE 5 Plateau suspendu à un treuil – guidé

SOCLE

### ATELIER - LEVAGE

Un plateau de bois de masse  $m = 200 \text{ kg}$  est suspendu à un câble. Il est immobile.

#### Forces sur le plateau suspendu :

- Poids  $\vec{P}$  : vers le bas
- Tension  $\vec{T}$  : vers le haut

Équilibre :  $T = P$

1. Calculer le poids :

$$P = m \times g = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$$

2. La condition d'équilibre donne :  $T = P = \dots \text{ N}$

3. La tension est-elle vers le haut ou vers le bas ? .....

4. Par la 3<sup>e</sup> loi de Newton, quelle force le plateau exerce-t-il sur le câble ? (valeur et sens) .....

*Mes calculs :*

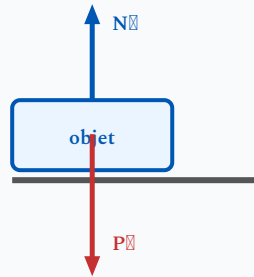
---

---

---

## EXERCICE 6 Poids d'objets de l'atelier – tableau guidé

SOCLE



Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$

### ATELIER - CALCULS PRATIQUES

Compléter le tableau. Utiliser  $P = m \times g$  avec  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

Objet	Masse $m$ (kg)	Calcul $P$ (N)	Poids $P$ (N)
Porte de placard	18	$18 \times 9,8 = \dots$	
Perceuse d'atelier	35	$35 \times 9,8 = \dots$	
Caisse de quincaillerie	8	$8 \times 9,8 = \dots$	
Fraiseuse CNC	450	$450 \times 9,8 = \dots$	

Quel objet est le plus lourd ? Lequel doit-on manipuler avec un engin de levage (si  $P > 2\,000 \text{ N}$ ) ?

Mes calculs :

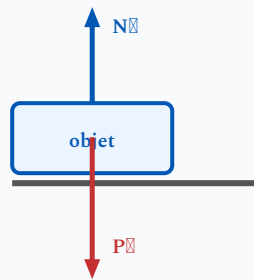
---

---

---

**EXERCICE 7** Calculer le poids – objets du quotidien

SOCLE

Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$ **Rappel :**  $P = m \times g$  avec  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

Calculer le poids de chaque objet. Compléter le tableau.

Objet	Masse $m$ (kg)	Calcul	Poids $P$ (N)
Sac à dos	6	$6 \times 9,8 = \dots$	
Ballon de football	0,45	$0,45 \times 9,8 = \dots$	
Vélo	12	$12 \times 9,8 = \dots$	
Téléphone portable	0,2	$0,2 \times 9,8 = \dots$	

Quel objet a le poids le plus élevé ? Le plus faible ?

*Mes calculs :*

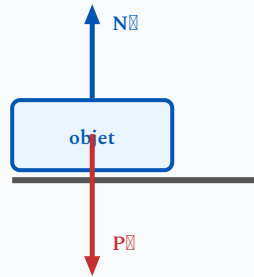
---

---

---

**EXERCICE 8** Retrouver la masse à partir du poids – guidé

SOCLE

Bilan : poids  $P$  et réaction  $N$ 

**Formule inversée :**  $m = \frac{P}{g}$  avec  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ .

Un dynamomètre indique les poids suivants. Retrouver la masse de chaque objet.

Objet	Poids $P$ (N)	Calcul	Masse $m$ (kg)
Boîte à outils	147	$m = \frac{147}{9,8} = \dots$	
Seau de peinture	98	$m = \frac{98}{9,8} = \dots$	
Planche de sapin	39,2	$m = \frac{39,2}{9,8} = \dots$	

*Mes calculs :*

---

---

---

### EXERCICE 9 Identifier les forces – compléter les phrases

SOCLE

Compléter les phrases avec les mots : *poids, réaction, vers le haut, vers le bas, Terre, table, verticale*.

1. Un vase est posé sur une table. La Terre attire le vase vers le bas : c'est le ..... . La table pousse le vase ..... : c'est la ..... du support.
2. Le poids est une force exercée par la ..... . Sa direction est ..... et son sens est ..... .
3. Quand le vase est en équilibre, la réaction du support est égale au ..... en valeur.

*Mes calculs :*

---

---

---

### EXERCICE 10 Lampe suspendue à un fil – guidé

SOCLE

Une lampe de masse  $m = 2 \text{ kg}$  est suspendue au plafond par un fil. Elle est immobile.

1. Quelles sont les deux forces exercées sur la lampe ?
  - Force 1 : “Le ..... exercé par la Terre, vers le .....”
  - Force 2 : “La ..... du fil, vers le .....”
2. Calculer le poids de la lampe :  
 $P = m \times g = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$
3. En déduire la tension  $T$  dans le fil :  $T = P = \dots \text{ N}$

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 11** Poids sur différentes planètes – guidé **SOCLE**

Un astronaute a une masse de  $m = 70$  kg. Calculer son poids sur chaque astre.

Astre	g (N/kg)	Calcul	Poids P (N)
Terre	9,8	$70 \times 9,8 = \dots$	
Lune	1,6	$70 \times 1,6 = \dots$	
Mars	3,7	$70 \times 3,7 = \dots$	
Jupiter	24,8	$70 \times 24,8 = \dots$	

Sur quelle planète l'astronaute est-il le plus léger ? Sa masse change-t-elle ?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 12** Actions réciproques – vrai ou faux guidé

**SOCLE**

Répondre par VRAI ou FAUX et corriger les affirmations fausses.

1. Quand un livre est posé sur une table, le livre exerce une force sur la table et la table exerce une force sur le livre. Ces deux forces s'annulent.
2. Les actions réciproques ont la même valeur mais des sens opposés.
3. La Terre attire une pomme vers le bas. La pomme attire aussi la Terre vers le haut.
4. Quand on saute du sol, le sol nous pousse vers le haut. C'est une action réciproque de notre poussée sur le sol.

*Mes calculs :*

---

---

---

### EXERCICE 13 Étagère en équilibre – étapes guidées

SOCLE

Un artisan menuisier pose une étagère de masse  $m = 4 \text{ kg}$  sur deux supports fixés au mur. L'étagère est immobile.

1. Lister les forces sur l'étagère :

- Force vers le bas : ..... (exercée par .....)
- Forces vers le haut : ..... (exercées par .....)

2. Calculer le poids :  $P = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$

3. Si les deux supports portent la même charge, quelle force exerce chaque support ?

$$R = \frac{P}{2} = \frac{\dots}{2} = \dots \text{ N}$$

*Mes calculs :*

---

---

---

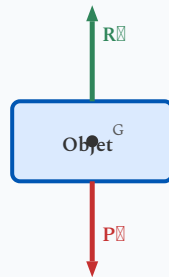
## Exercices d'application

### EXERCICE 14 Bloc en équilibre sur une table – étapes guidées

STANDARD

Un bloc de masse  $m = 50 \text{ kg}$  est posé sur une table horizontale. Le bloc est en équilibre.

**Étape 1 :** Lister toutes les forces qui s'exercent sur le bloc (nom, sens, objet exerçant la force).



Bilan de forces : poids  $P$  et réaction  $R_N$  du support

**Étape 2 :** Quel est le bilan des forces pour l'équilibre ? Écrire la condition  $\sum \vec{F} = \vec{0}$ .

**Étape 3 :** Calculer le poids  $P$  du bloc.

**Étape 4 :** En déduire la valeur de la réaction normale  $N$  exercée par la table.

**Étape 5 :** Si on pose en plus un objet de  $10 \text{ kg}$  sur le bloc, quelle devient la valeur de  $N$  ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 15 Plateau suspendu à un treuil d'atelier

STANDARD

### ATELIER - LEVAGE

Un plateau de bois de masse  $m = 200 \text{ kg}$  est suspendu par un câble à un treuil d'atelier pour être déplacé. Le plateau est immobile (équilibre).

1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le plateau.
2. Calculer le poids du plateau.
3. Écrire la condition d'équilibre et en déduire la tension  $T$  dans le câble.
4. Le câble est vertical. Quelle est la direction et le sens de la tension ?
5. Quelle force le câble exerce-t-il sur le treuil (force réciproque) ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 16** Pièce suspendue par deux câbles symétriques

STANDARD

Une pièce de masse  $m = 51$  kg est suspendue par deux câbles symétriques faisant chacun un angle de  $45^\circ$  avec la verticale.

**Méthode :** Chaque câble fournit une tension  $T$ . La composante verticale de chaque tension est  $T \times \cos(45^\circ)$ . Pour l'équilibre vertical :  $2 \times T \times \cos(45^\circ) = P$  donc

$$T = \frac{P}{2 \times \cos(45^\circ)}$$

1. Calculer le poids de la pièce.
2. En appliquant la condition d'équilibre vertical, calculer la tension  $T$  dans chaque câble.
3. Comparer  $T$  avec  $P/2$ . Pourquoi  $T > P/2$  ?
4. Que se passe-t-il si l'angle avec la verticale augmente (câbles plus écartés) ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 17 Panneau sur plan incliné de manutention

STANDARD

### ATELIER - MANUTENTION

Un panneau de bois de masse  $m = 100$  kg est posé sur une rampe de déchargement inclinée à  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

#### Décomposition du poids :

Composante normale (perpendiculaire au plan) :  $P_{\perp} = P \times \cos(\alpha)$

Composante tangentielle (parallèle au plan, vers le bas) :  $P_{\parallel} = P \times \sin(\alpha)$

1. Calculer le poids  $P$  de la caisse.
2. Calculer la composante normale  $P_{\perp}$  (perpendiculaire à la rampe).
3. Calculer la composante tangentielle  $P_{\parallel}$  (le long de la rampe).
4. Si la rampe est lisse, quelle force doit-on exercer pour maintenir la caisse en équilibre ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 18** Levage d'un panneau par élingue à deux brins

STANDARD

## ATELIER - ÉLINGUE / LEVAGE

Un panneau de bois massif de masse  $m = 150$  kg est soulevé par une élingue à 2 brins. Les deux brins forment un angle de  $60^\circ$  entre eux (soit chaque brin fait  $30^\circ$  avec la verticale).

Angle entre chaque brin et la verticale :  $\theta = 30^\circ$

Équilibre vertical :  $2T \cos \theta = P$  donc  $T = \frac{P}{2 \cos \theta}$

1. Calculer le poids du panneau.
2. Calculer la tension  $T$  dans chaque brin de l'élingue.
3. Si l'angle entre les brins passe à  $120^\circ$  (chaque brin à  $60^\circ$  de la verticale). Recalculer  $T$ .  
Que constate-t-on ?
4. Pourquoi ne doit-on jamais dépasser  $120^\circ$  entre les deux brins d'une élingue ?

Mes calculs :

---

---

---

---

---

## EXERCICE 19 Charge sur un chariot de manutention

STANDARD

Un métreur utilise un chariot roulant pour déplacer des panneaux de contreplaqué. Le chariot (masse 15 kg) porte 4 panneaux de 22 kg chacun. Le chariot roule sur un sol horizontal et se déplace à vitesse constante.

1. Calculer la masse totale (chariot + panneaux).
2. Calculer le poids total.
3. Le chariot roule à vitesse constante. Que peut-on dire de la somme des forces horizontales ?
4. Quelle est la valeur de la réaction normale du sol sur le chariot ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 20** Lustre suspendu à un fil – contexte énergie

STANDARD

Dans un bâtiment rénové pour améliorer son efficacité énergétique, un installateur fixe un lustre LED de masse  $m = 5,5 \text{ kg}$  au plafond par une tige rigide. Le lustre est immobile.

1. Faire le bilan des forces sur le lustre.
2. Calculer le poids du lustre.
3. En déduire la tension dans la tige de fixation.
4. Par la 3<sup>e</sup> loi de Newton, quelle force le lustre exerce-t-il sur la tige ? Préciser la valeur et le sens.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 21** Sportif sur une balançoire – contexte sport

STANDARD

Un gymnaste de masse  $m = 65 \text{ kg}$  est immobile, suspendu à une barre fixe par ses deux mains. Les deux bras sont verticaux.

1. Quelles forces s'exercent sur le gymnaste ?
2. Calculer son poids.
3. En déduire la tension totale supportée par ses bras.
4. Si la charge est répartie également entre les deux bras, quelle force supporte chaque bras ?
5. Il se suspend avec un seul bras. Quelle est alors la tension dans ce bras ? Commenter.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 22 Caisse sur un plan incliné – déménagement

STANDARD

Lors d'un déménagement, une caisse de masse  $m = 40 \text{ kg}$  est posée sur une rampe inclinée à  $\alpha = 20^\circ$ . On la maintient en équilibre en exerçant une force parallèle à la rampe, vers le haut.

1. Calculer le poids de la caisse.
2. Décomposer le poids : calculer  $P_{\parallel} = P \times \sin(20^\circ)$  et  $P_{\perp} = P \times \cos(20^\circ)$ .
3. Pour maintenir la caisse en équilibre sur la rampe (sans frottement), quelle force minimale faut-il exercer ?
4. Comparer cette force au poids total. Quel est l'avantage du plan incliné ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 23** Panneau solaire sur un toit incliné – contexte énergie

STANDARD

Un technicien de maintenance énergétique installe un panneau solaire de masse  $m = 18 \text{ kg}$  sur un toit incliné à  $\alpha = 35^\circ$  par rapport à l'horizontale. Le panneau est fixé par des rails.

1. Calculer le poids du panneau.
2. Calculer la composante du poids le long de la pente ( $P_{\parallel}$ ) et la composante perpendiculaire au toit ( $P_{\perp}$ ).
3. Les rails empêchent le panneau de glisser. Quelle force exercent-ils parallèlement à la pente ?
4. Si l'angle du toit passe à  $45^\circ$ , la composante le long de la pente augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? Justifier.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 24** Corde de rappel – contexte escalade

STANDARD

Un grimpeur de masse  $m = 72$  kg est immobile, suspendu à une corde de rappel. La corde fait un angle de  $15^\circ$  avec la verticale en raison du vent.

1. Calculer le poids du grimpeur.
2. La composante verticale de la tension de la corde doit compenser le poids. Écrire la relation :  $T \times \cos(15^\circ) = P$ .
3. Calculer la tension  $T$  dans la corde.
4. Comparer  $T$  avec le poids  $P$ . Pourquoi la tension est-elle supérieure au poids ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 25** Meuble fixé au mur – réaction et chevilles

STANDARD

Un menuisier agenceur fixe un meuble haut de cuisine de masse  $m = 30$  kg au mur. Le meuble est maintenu par 4 chevilles réparties uniformément.

1. Calculer le poids du meuble.
2. Le meuble est en équilibre. Quelle est la force totale exercée par les chevilles sur le meuble ?
3. Si la charge est répartie également, quelle force supporte chaque cheville ?
4. On ajoute de la vaisselle (masse 12 kg) dans le meuble. Quelle force supporte désormais chaque cheville ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 26 Alpinisme — tension dans une corde****STANDARD**

Un alpiniste de masse  $m = 75 \text{ kg}$  est suspendu à mi-chemin entre deux pitons par une corde horizontale. La corde forme un angle de  $\theta = 15^\circ$  de chaque côté par rapport à l'horizontale sous l'effet du poids.

1. Calculez le poids de l'alpiniste (on prend  $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ).
2. Pour que l'alpiniste soit en équilibre, les deux tensions  $T$  (égales par symétrie) dans la corde doivent vérifier :  $2T \sin \theta = P$ . Calculez  $T$  avec  $\sin(15^\circ) \approx 0,259$ .
3. Si l'angle passe à  $5^\circ$  (corde plus tendue), recalculez  $T$ . Que constatez-vous ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

### EXERCICE 27 Sport — force exercée par un athlète

STANDARD

Un haltérophile soulève une barre de masse  $m = 120 \text{ kg}$  et la maintient à bout de bras, immobile au-dessus de sa tête.

1. Calculez le poids de la barre.
2. La barre est en équilibre. D'après la condition d'équilibre, quelle est la valeur de la force exercée par l'athlète sur la barre ? Dans quel sens est-elle dirigée ?
3. En compétition, la barre tombe si la force exercée devient inférieure au poids. Quelle force minimale l'athlète doit-il maintenir ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

### Exercices d'approfondissement

**Note :** les exercices d'approfondissement utilisent le **moment d'une force**, au programme de **Première** (équilibre d'un solide en rotation). En Seconde, le programme se limite à l'équilibre sous 2 ou 3 forces concourantes.

## EXERCICE 28 Vérin maintenant un couvercle de machine ouvert

### APPROFONDISSEMENT

#### ATELIER - VÉRIN / MACHINE

Le couvercle de protection d'une ponceuse à bande est modélisé comme une barre homogène de masse  $m = 8 \text{ kg}$  et de longueur  $L = 0,6 \text{ m}$ . Il est maintenu ouvert à  $45^\circ$  au-dessus de l'horizontale par un vérin à gaz. La charnière est à une extrémité.

- Le poids du couvercle s'applique en son centre ( $L/2 = 0,3 \text{ m}$  de la charnière)
- Le vérin est perpendiculaire au couvercle et s'attache à  $0,45 \text{ m}$  de la charnière

**Équilibre en rotation :** Somme des moments par rapport à la charnière = 0

$$F_{\text{vérin}} \times d_{\text{vérin}} = P_{\text{couvercle}} \times d_{\text{poids}}$$

1. Calculer le poids du couvercle.
2. Calculer le moment du poids par rapport à la charnière :  $M_P = P \times (L/2) \times \cos(45^\circ)$ .
3. Le vérin est perpendiculaire au couvercle ( $d_{\text{vérin}} = 0,45 \text{ m}$ ). Calculer la force  $F_{\text{vérin}}$  nécessaire pour l'équilibre.
4. Si le couvercle est complètement horizontal ( $0^\circ$ ), comment évolue la force nécessaire du vérin ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 29** Stabilité d'une étagère chargée – problème ouvert

APPROFONDISSEMENT

## AGENCEMENT - INSTALLATION D'UNE BIBLIOTHÈQUE

Un agenceur installe une étagère murale de masse  $m_e = 5 \text{ kg}$  et de longueur  $L = 1,2 \text{ m}$ . Elle est fixée au mur par deux équerre : l'une à gauche ( $x = 0$ ), l'autre à  $x = 0,9 \text{ m}$ . L'étagère supporte des livres de masse totale  $m_l = 20 \text{ kg}$ , dont le centre de gravité est à  $x_l = 0,7 \text{ m}$ .

**Moment d'une force / par rapport à un point O :  $M = F \times d$**

où  $d$  est la distance (en m) entre le point de pivot et le point d'application de la force.

Équilibre en rotation :  $\sum M = 0$

1. Calculer le poids de l'étagère et le poids des livres.
2. En prenant comme pivot l'équerre de gauche ( $x = 0$ ), écrire l'équation d'équilibre en rotation :  $R_D \times 0,9 = P_e \times \frac{L}{2} + P_l \times x_l$ .
3. Calculer la réaction  $R_D$  de l'équerre droite, puis en déduire la réaction  $R_G$  de l'équerre gauche (par l'équilibre vertical).
4. Quelle équerre supporte la plus grande force ? La fixation à  $0,9 \text{ m}$  vous semble-t-elle optimale ? Où placer la deuxième équerre pour équilibrer les réactions ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

### EXERCICE 30 Poutre sur deux appuis – répartition des charges

APPROFONDISSEMENT

Un conducteur de travaux vérifie la charge sur les appuis d'une poutre horizontale de longueur  $L = 4$  m et de masse  $m_p = 80$  kg. La poutre repose sur deux appuis : A à l'extrémité gauche et B à l'extrémité droite. Une charge ponctuelle de masse  $m_c = 200$  kg est placée à 1 m de l'appui A.

1. Calculer le poids de la poutre  $P_p$  et le poids de la charge  $P_c$ .
2. Le poids de la poutre s'applique en son centre (2 m de A). En prenant A comme pivot, écrire l'équation des moments :  $R_B \times 4 = P_p \times 2 + P_c \times 1$ .
3. Calculer  $R_B$ .
4. En déduire  $R_A$  par l'équilibre vertical.
5. Quel appui supporte la plus grande force ? Expliquer pourquoi.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 31** Grue de chantier – équilibre et contrepoids

APPROFONDISSEMENT

Une grue de chantier possède une flèche horizontale de longueur 20 m. Le pivot est à 5 m de l'extrémité arrière. Un contrepoids de masse  $m_{cp} = 8\,000$  kg est placé à l'extrémité arrière (5 m du pivot). On souhaite soulever une charge de masse  $m_c$  à l'extrémité avant (15 m du pivot).

**Équilibre en rotation autour du pivot :**

$$m_c \times g \times 15 = m_{cp} \times g \times 5$$

$$\text{Simplifier par } g : m_c \times 15 = m_{cp} \times 5$$

1. Calculer la masse maximale  $m_c$  que la grue peut soulever.
2. Calculer le poids correspondant.
3. Si la charge est déplacée à 10 m du pivot (au lieu de 15 m), quelle masse maximale peut-on soulever ?
4. Que se passe-t-il si on dépasse la charge maximale ? Pourquoi les grues ont-elles un limiteur de charge ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 32 Plan incliné avec frottement – équilibre limite****APPROFONDISSEMENT**

Une caisse de masse  $m = 60 \text{ kg}$  est posée sur une rampe inclinée à  $\alpha = 25^\circ$ . Le coefficient de frottement statique entre la caisse et la rampe est  $\mu_s = 0,55$ .

**Force de frottement statique maximale :**  $f_{max} = \mu_s \times N$

où  $N = P \times \cos(\alpha)$  est la réaction normale.

L'objet glisse si  $P_{\parallel} > f_{max}$ , c'est-à-dire si  $P \sin \alpha > \mu_s \times P \cos \alpha$ , soit  $\tan \alpha > \mu_s$ .

1. Calculer le poids de la caisse.
2. Calculer la composante tangentielle  $P_{\parallel}$  et la composante normale  $P_{\perp}$ .
3. Calculer la force de frottement maximale  $f_{max}$ .
4. La caisse reste-t-elle en équilibre ou glisse-t-elle ? Justifier.
5. Quel est l'angle maximal  $\alpha_{max}$  avant glissement ? (Indice :  $\tan(\alpha_{max}) = \mu_s$ )

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 33** Portique de levage – problème type BTS

APPROFONDISSEMENT

Un portique d'atelier est constitué d'une poutre horizontale AB de longueur  $L = 6$  m posée sur deux pieds verticaux. La poutre a une masse négligeable. Un palan est fixé à la poutre et se déplace le long de celle-ci. Il soulève un bloc de bois de masse  $m = 500$  kg.

1. Le palan est au milieu de la poutre. Calculer les réactions  $R_A$  et  $R_B$  sur chaque pied.
2. Le palan se déplace à 2 m de A. Recalculer  $R_A$  et  $R_B$ .
3. Le palan est à 1 m de B. Recalculer  $R_A$  et  $R_B$ .
4. Tracer un graphique montrant  $R_A$  et  $R_B$  en fonction de la position  $x$  du palan (de 0 à 6 m). Que constate-t-on ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 34 Enseigne suspendue à une potence – tension et compression

### APPROFONDISSEMENT

Une enseigne de magasin de masse  $m = 12 \text{ kg}$  est accrochée à l'extrémité d'une potence horizontale de longueur  $L = 1,5 \text{ m}$ . La potence est fixée au mur par une charnière et maintenue par un câble incliné à  $\theta = 40^\circ$  au-dessus de l'horizontale, attaché entre le mur et l'extrémité de la potence.

#### Équilibre de la potence :

Moment en O (charnière) :  $T \times \sin(\theta) \times L = P \times L$

$$\text{Donc } T = \frac{P}{\sin(\theta)}$$

1. Calculer le poids de l'enseigne (on néglige le poids de la potence).
2. Calculer la tension  $T$  dans le câble.
3. Calculer la composante horizontale de la tension :  $T_H = T \times \cos(40^\circ)$ . Que représente-t-elle pour la potence ?
4. Si l'angle du câble diminue (à  $20^\circ$  par exemple), la tension augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? Calculer.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 35** Problème ouvert – charpente traditionnelle

APPROFONDISSEMENT

Un artisan menuisier conçoit une ferme de charpente simplifiée. Deux chevrons symétriques de longueur  $l = 5$  m chacun forment un triangle avec un entrain horizontal de longueur  $e = 8$  m. L'angle au sommet est  $2\alpha$ . La charge totale (neige + tuiles + poids propre) est de  $P_{tot} = 12\,000$  N, répartie uniformément, soit 6 000 N par chevron appliqués au milieu de chaque chevron.

1. Calculer l'angle  $\alpha$  que chaque chevron fait avec l'horizontale. (Indice :  $\cos \alpha = \frac{e/2}{l}$ )
2. Calculer les réactions verticales aux appuis A et B (extrémités de l'entrain), en utilisant la symétrie.
3. Pour l'équilibre du chevron gauche, écrire l'équation des moments autour du sommet. En déduire la composante horizontale de la réaction en A.
4. Quel est le rôle de l'entrain dans la charpente ? Que se passe-t-il si on le supprime ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 36** Pont suspendu — répartition des charges

APPROFONDISSEMENT

Un pont piéton suspendu repose sur deux appuis A et B distants de  $L = 20$  m. Le tablier a une masse de  $m_1 = 800$  kg et son poids est réparti uniformément. Un groupe de randonneurs de masse totale  $m_2 = 300$  kg se trouve à  $d = 5$  m de l'appui A.

1. Calculez le poids du tablier  $P_1$  et le poids du groupe  $P_2$ .
2. Le poids du tablier s'applique en son milieu (à 10 m de A). En appliquant l'équilibre en rotation autour de A, calculez la réaction  $R_B$  en B.
3. En déduire la réaction  $R_A$  en A. Vérifiez que  $R_A + R_B = P_1 + P_2$ .

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**Bilan des compétences travaillées**

Compétence	Exercices
Calculer un poids, retrouver une masse ( $P = m \times g$ )	1, 6, 7, 8, 11
Inventorier et identifier les forces sur un solide	2, 4, 9, 10, 13, 14, 15, 20, 21, 27
Condition d'équilibre (2 ou 3 forces concourantes)	4, 5, 10, 14, 15, 16, 19, 21, 24, 27
Actions réciproques (3 <sup>e</sup> loi de Newton)	3, 5, 12, 15, 20
Équilibre sur un plan incliné (décomposition du poids)	17, 22, 23, 32
Tensions dans un câble / une élingue (forces inclinées)	16, 18, 21, 24, 26, 34
Répartition des charges (appuis, chevilles)	19, 25, 29, 30, 33, 36
Moments de forces / équilibre en rotation ( <i>HP — Première</i> )	28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36
Frottement statique ( <i>HP — Première</i> )	32

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 **Durée** : 1 heure  **Calculatrice** : autorisée  **Barème** : 20 points

 **Documents** : non autorisés

APP - S'Approprier

ANA - Analyser

REA - Réaliser

VAL - Valider

COM - Communiquer

### Compétences évaluées :

- **S'approprier** — Identifier les forces sur un objet
- **Analyser/Raisonner** — Appliquer les conditions d'équilibre
- **Réaliser** — Calculer poids, réaction, tension
- **Valider** — Vérifier les conditions d'équilibre

SOCLE

## DS Socle — Forces et équilibre

### Partie A – Vocabulaire et formule

8 pts

2 pts par question.

1. **APP** Compléter la phrase avec les mots : *poids, masse, newton, kilogramme*.

“La \_\_\_\_\_ se mesure en \_\_\_\_\_ (kg). Le \_\_\_\_\_ se mesure en \_\_\_\_\_ (N).”

2. **APP** Donner la formule du poids. Préciser la valeur de  $g$  sur Terre.

$P = \dots \times \dots$  avec  $g = \dots$  N/kg

---

3. **APP** Un objet est en équilibre sur une table. Cocher les forces qui s'exercent sur lui :

Poids vers le bas    Réaction de la table vers le haut    Une force horizontale quelconque

La condition d'équilibre s'écrit :  $N = \dots$

---

4. **APP** Vrai ou Faux ? "Si je pousse un objet avec une force de 50 N vers la droite, l'objet me pousse de 50 N vers la gauche."

Vrai    Faux   C'est la ..... loi de Newton.

---

## Partie B – Calculs guidés – Panneau de bois

12 pts

### ATELIER DE MENUISERIE

Un menuisier pose un panneau de MDF de masse  $m = 30$  kg sur son établi.

1. **REA** Calculer le poids du panneau. Formule à utiliser :  $P = m \times g$ . (3 pts)

$$P = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$$

---

2. **REA** Le panneau est en équilibre. Que vaut la réaction  $N$  de l'établi sur le panneau ? (2 pts)

$$N = P = \dots \text{ N}$$

---

3. **ANA** On pose un deuxième panneau de 15 kg sur le premier. Calculer la nouvelle réaction de l'établi. (3 pts)

$$\text{Masse totale} = 30 + 15 = \dots \text{ kg}$$

$$N = \dots \times 9,8 = \dots \text{ N}$$

---

---

4. **COM** Décrire en une phrase la force que le panneau exerce sur l'établi (3<sup>e</sup> loi). (2 pts)

5. **ANA** Sur la Lune ( $g_{Lune} = 1,6 \text{ N/kg}$ ), calculer le poids du panneau (30 kg). Est-il plus facile à soulever que sur Terre ? (2 pts)

STANDARD

 DS Standard — Forces et équilibre

Partie A – Notions fondamentales

8 pts

2 pts par question.

1. **APP** Distinguer masse et poids. Donner leurs unités respectives et la formule les reliant.

2. **APP** Identifier les forces qui s'exercent sur un livre posé sur une table. Écrire la condition d'équilibre.

3. **ANA** Un technicien de masse  $m = 75 \text{ kg}$  monte sur une plateforme de masse  $m_{pl} = 30 \text{ kg}$ . Calculer la force totale exercée sur le sol.

4. **APP** Énoncer la 3<sup>e</sup> loi de Newton (principe des actions réciproques). Donner un exemple concret en atelier.

## Partie B – Problème : Levage d'un panneau par élingue

12 pts

### ATELIER - LEVAGE / ÉLINGUE

Un panneau de bois massif de masse  $m = 120 \text{ kg}$  est soulevé par une élingue à deux brins. Chaque brin fait un angle de  $30^\circ$  avec la verticale.

1. **REA** Calculer le poids du panneau. (2 pts)

2. **REA** Appliquer la condition d'équilibre vertical pour calculer la tension  $T$  dans chaque brin :

$$2T \cos(30^\circ) = P \rightarrow T = \frac{P}{2 \cos(30^\circ)} = \dots \text{ N (4 pts)}$$

3. **REA** Recalculer la tension si les brins font un angle de  $60^\circ$  avec la verticale. Comparer les deux résultats. (3 pts)

4. **VAL** L'élingue utilisée a une charge maximale de travail (CMU) de 900 N par brin. Est-elle adaptée dans le cas à  $30^\circ$  ? À  $60^\circ$  ? Justifier. (3 pts)

**Note :** les exercices d'approfondissement utilisent le **moment d'une force**, au programme de **Première** (équilibre d'un solide en rotation). En Seconde, le programme se limite à l'équilibre sous 2 ou 3 forces concourantes.

### APPROFONDISSEMENT

### Partie A – Analyse de forces en atelier

8 pts

1. **APP** Définir un vecteur force et ses quatre caractéristiques. Donner un exemple en précisant chaque caractéristique. (2 pts)

2. **ANA** Une pièce de masse  $m = 80 \text{ kg}$  est suspendue par trois câbles symétriques. Chaque câble fait  $20^\circ$  avec la verticale. Écrire la condition d'équilibre vertical et calculer la tension dans chaque câble. (3 pts)

3. **VAL** Pour la situation précédente, si chaque câble passe à  $50^\circ$  par rapport à la verticale, les tensions augmentent-elles ou diminuent-elles ? Recalculer pour vérifier. Comment ce résultat guide-t-il le choix du montage en atelier ? (3 pts)

### Partie B – Problème ouvert : Équilibre d'un volet de machine

12 pts

#### ATELIER - MACHINE DE MENUISERIE

Le volet de protection d'une raboteuse est une barre de masse  $m = 6 \text{ kg}$  et de longueur  $L = 0,8 \text{ m}$ . Il est maintenu ouvert à  $60^\circ$  par rapport à l'horizontale par un vérin à gaz. La charnière est à l'extrémité gauche, le vérin est perpendiculaire au volet et se fixe à  $d_v = 0,6 \text{ m}$  de la charnière.

1. **REA** Calculer le poids du volet. (1 pt)

---

2. **REA** Calculer le moment du poids par rapport à la charnière.

Formule :  $M_P = P \times \frac{L}{2} \times \cos(60^\circ)$ . (3 pts)

---

---

3. **REA** Calculer la force  $F_{\text{vérin}}$  nécessaire pour maintenir le volet en équilibre.

Relation :  $F_{\text{vérin}} \times d_v = M_P$ . (3 pts)

---

---

4. **ANA** Recalculer  $F_{\text{vérin}}$  pour un angle d'ouverture de  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale. La force du vérin augmente-t-elle ou diminue-t-elle quand on baisse le volet ? Expliquer physiquement. (3 pts)

---

---

---

5. **VAL** Le vérin du fabricant a une force maximale de 40 N. Est-il adapté pour maintenir le volet ouvert à  $30^\circ$  comme à  $60^\circ$  ? (2 pts)

---

---