

Version professeur

Physique-chimie – Seconde Bac Pro**Cours****Chapitre 6****Forces et équilibre**

Édition : 22 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Rappel de cours — Avant de commencer

Nommer l'objet dont on étudie le repos (chapitre 5) ; convertir des grammes en kilogrammes ; utiliser une proportion et mesurer une longueur avec une règle.

Repères et ordre de travail

Les codes désignent les capacités du chapitre, pas des codes officiels.

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
C1 – Identifier les forces qui s'exercent sur un solide	1. Inventaire	2 él. 2
C3 – Mesurer la valeur du poids d'un corps et utiliser la relation entre le poids et la masse	2. Masse et poids	3 él. 3
C2 – Représenter une force par un vecteur (point d'application, direction, sens, valeur)	3. Représenter	4 él. 4
C4 – Énoncer la condition d'équilibre d'un solide et la vérifier expérimentalement sous deux ou trois forces concourantes	4 et 5. Équilibre	6 él. 5
C5 – Résoudre un problème d'équilibre statique simple	6. Résoudre	8 él. 7

« él. » : page du cours élève de cette même édition.

Méthode — Mode d'emploi

Lire la notion et l'exemple résolu, puis chercher l'application avant de passer à la notion suivante. Le travail peut être accompagné en classe ou repris seul. Les corrections suivent les applications dans cette version. Les expériences des activités 2 et 3 complètent ce cours : lire un document ne remplace pas manipuler. Les schémas à l'échelle s'impriment à 100 %.

1 Qui agit sur l'objet ?

Page élève : 2.

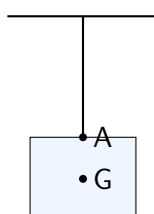
Un objet immobile n'est pas nécessairement sans force. Une petite lampe suspendue ne tombe pas : la Terre l'attire et le fil la retient. Pour l'expliquer, il faut choisir **le système**, c'est-à-dire l'objet étudié.

Définition — Action mécanique et force

Une action mécanique peut modifier le mouvement d'un objet ou le déformer. On la modélise par une **force**. Une action de contact nécessite un contact ; une action à distance n'en nécessite pas.

Méthode — Faire un inventaire

Nommer le système. Rechercher ce qui le touche : fil, support, main, air, etc. Ajouter les actions à distance, notamment celle de la Terre. Écrire « force exercée par ... sur ... ». Annoncer les actions négligées dans le modèle. Ne pas ajouter les forces que le système exerce sur d'autres objets.



Objet suspendu à un fil vertical ; A est l'attache, G le centre de gravité. Schéma sans échelle.

Exemple — Exemple résolu : la lampe

Système : lampe seule ; action de l'air négligée. Le fil exerce une traction de contact sur la lampe. La Terre exerce son poids, à distance. La force de la lampe sur le fil ne fait pas partie de ce bilan : elle est reçue par le fil.

Application 1 – Une boîte sur la table

Une boîte repose sur une table horizontale. On néglige l'air. Nommer le système et les objets qui agissent sur lui ; classer leurs actions en contact ou distance.

Correction

Système : boîte. Terre sur boîte : poids, à distance. Table sur boîte : réaction de contact. Le fait que la boîte soit immobile n'enlève aucune de ces actions.

2 Masse, poids et mesure

Page élève : 3.

Définition — Deux grandeurs différentes

La masse m s'exprime en kilogrammes (kg) ; une balance permet de la mesurer. Le poids $\vec{P}$ est la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet. Sa **valeur** P s'exprime en newtons (N).

$$P = m g \quad m = \frac{P}{g}$$

Dans ces relations, m est en kg, P en N, g en N/kg. Près de la surface terrestre, on utilise souvent $g \simeq 9,81$ N/kg ; l'approximation $g = 10$ N/kg doit être annoncée.

Exemple — Exemple résolu : un livre

Avec $m = 450$ g et $g = 10$ N/kg, convertir d'abord : $m = 0,450$ kg. Alors $P = 0,450 \times 10 = 4,5$ N. Pour un objet de poids 8 N, sa masse vaut $8/10 = 0,80$ kg, soit 800 g. Vérification : $0,80 \times 10 = 8$ N.

Application 2 – Un objet, deux lieux

Une trousse de masse 250 g est transportée de la Terre ($g = 10$ N/kg) à la Lune ($g = 1,6$ N/kg). Calculer ses deux poids. Sa masse change-t-elle ?

Correction

$m = 0,250$ kg. Terre : $P = 2,5$ N. Lune : $P = 0,250 \times 1,6 = 0,40$ N. La masse reste 250 g ; c'est la valeur du poids qui change.

Méthode — Mesurer avec un dynamomètre

Le dynamomètre mesure une force. Vérifier que sa portée convient, régler le zéro dans la position d'utilisation, puis suspendre le petit objet. Attendre l'immobilité et lire face aux graduations. Repérer la valeur d'une division ; écrire le résultat en N. Ne jamais dépasser la portée. Les manipulations sont réalisées avec le professeur.

Application 3 – Préparer une mesure réelle

Vous disposez d'un dynamomètre de portée 5 N et d'un objet de masse 200 g. Avec $g = 10$ N/kg, vérifier que la portée convient. Citer deux réglages ou précautions qui rendent la lecture exploitable.

Correction

$P = 0,200 \times 10 = 2$ N, inférieur à 5 N. Régler le zéro à vide dans la bonne position, attendre l'immobilité, lire face à l'index. Le calcul prépare la mesure ; activité 2, p. indiquée dans son sommaire, pour réaliser le geste.

3 Une flèche qui porte quatre informations

Page élève : 4.

Définition — Représenter une force

La flèche représentant $\vec{F}$ part de son **point d'application**. Son support est sa **droite d'action** ; sa pointe donne son **sens**. Sa longueur représente sa **valeur en N**, à l'échelle choisie. Une longueur en cm n'est pas une force.

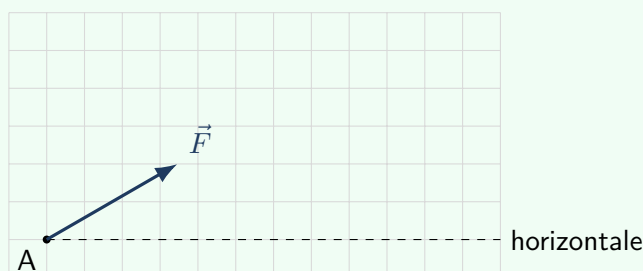
Force	Caractéristiques utiles
Poids	Départ en G (centre de gravité) ; verticale ; vers le bas.
Traction d'un fil	Départ à l'attache ; droite du fil tendu ; vers l'autre extrémité.
Support sans frottement	Force normale (perpendiculaire) à la surface de contact.

Remarque

Avec frottement, la réaction *totale* du support peut être oblique. On peut la décomposer en réaction normale et frottement tangent au support. Ne pas affirmer que toute réaction est perpendiculaire.

Exemple — Exemple résolu : traction oblique

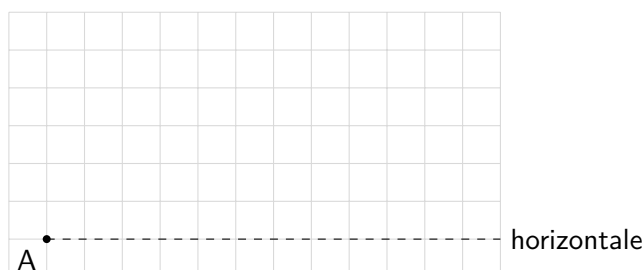
Une force de 40 N agit en A à 30° au-dessus de l'horizontale, vers la droite. Échelle : 1 cm pour 20 N. Sa flèche mesure $40/20 = 2$ cm. On trace la direction au rapporteur, puis la flèche de longueur 2 cm depuis A.



Point A et horizontale de référence ; carreaux de 5 mm sur une impression à 100 %.

Application 4 – Construire, puis vérifier

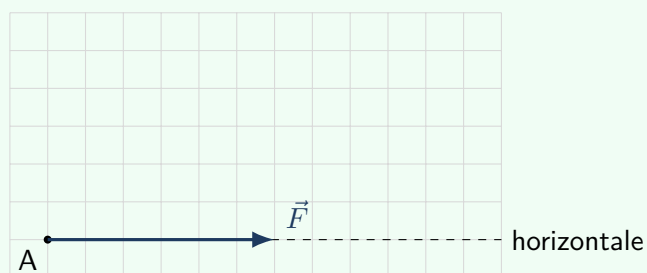
Représenter en A une traction horizontale de 60 N vers la droite, à l'échelle 1 cm pour 20 N. Contrôler les quatre caractéristiques.



Point A et horizontale de référence ; carreaux de 5 mm sur une impression à 100 %.

Correction

Départ A ; direction horizontale ; sens droite ; longueur $60/20 = 3$ cm.



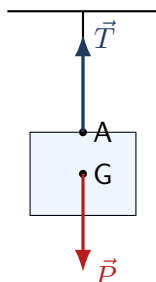
Point A et horizontale de référence ; carreaux de 5 mm sur une impression à 100 %.

4 Équilibre sous deux forces

Page élève : 5.

Définition — Dans quel cadre ?

On étudie ici le **repos dans le référentiel terrestre**. Pour qu'un solide initialement immobile reste en équilibre sous **deux forces**, elles doivent avoir la même droite d'action, la même valeur et des sens opposés : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$.



Objet suspendu à un fil vertical ; A est l'attache, G le centre de gravité. Schéma sans échelle.

Exemple — Exemple résolu : petite masse suspendue

Une masse de 100 g est immobile sous un fil vertical. Avec $g = 10 \text{ N/kg}$, $P = 1,0 \text{ N}$. Le fil exerce une force verticale vers le haut, alignée avec G et de valeur $T = 1,0 \text{ N}$. Les forces ne sont pas absentes : elles se compensent.

Erreur fréquente — Même direction ne signifie pas même droite

Deux forces parallèles et opposées mais décalées peuvent faire tourner un solide. Une somme vectorielle nulle ne suffit donc pas, à elle seule, pour un solide étendu. Le cas d'un mouvement rectiligne uniforme est distinct du repos étudié ici.

Application 5 – Comparer une mesure au modèle

Une masse de 200 g est immobile, suspendue avec A et G alignés verticalement. Le dynamomètre indique 2,1 N. On utilise $g = 10 \text{ N/kg}$ et, pour cet exercice, un écart admis de 0,1 N. Le relevé est-il compatible avec le modèle ?

Correction

$P = 0,200 \times 10 = 2,0 \text{ N}$. L'écart vaut 0,1 N, égal à la limite admise : la mesure est compatible avec $T = P$. On ne prétend pas que 2,1 et 2,0 sont égaux. Il faut aussi observer l'immobilité, l'alignement et les sens opposés.

Méthode — Vérifier expérimentalement

L'activité 2 vous fait peser l'objet, mesurer la traction, observer l'alignement et comparer avec un écart adapté au matériel. Noter les valeurs *réelles*, même si elles diffèrent des valeurs attendues. La copie du calcul ne valide pas la manipulation.

5 Équilibre sous trois forces concourantes

Page élève : 6.

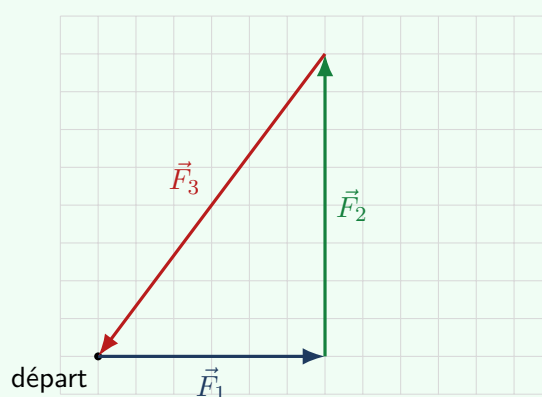
Trois forces sont **concourantes** lorsque leurs droites d'action passent par un même point. Nous étudions trois forces **non parallèles**, dans le même plan, agissant sur un anneau dont le poids est négligeable.

Méthode — Le triangle des forces

Relever direction, sens et valeur de chaque force. Choisir une échelle et tracer les vecteurs **bout à bout** en conservant ces trois informations. À l'équilibre, l'extrémité du dernier vecteur revient au départ : le triangle se ferme, donc $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$. La concurrence seule ne suffit pas.

Exemple — Exemple résolu

Trois tractions concourantes : 3 N vers la droite ; 4 N vers le haut ; 5 N vers le bas-gauche, à $36,9^\circ$ de la verticale descendante. Le triangle se ferme à la précision du tracé : ces forces sont compatibles avec l'équilibre.



Vecteurs placés bout à bout, sans changer leur direction ni leur sens. Échelle : 1 cm pour 1 N. Le dernier arrive au départ.

Application 6 – Construire le triangle

Même système et mêmes directions, mais les valeurs sont doublées : 6 N, 8 N et 10 N. À l'échelle 1 cm pour 2 N, construire le triangle sur une feuille. Conclure.

Correction

Longueurs : 3 cm, 4 cm, 5 cm. Le tracé est identique à l'exemple et se ferme. Les directions sont concourantes ; l'équilibre est compatible avec le modèle.

L'expérience à trois fils et dynamomètres se réalise dans l'activité 3. Le poids de l'anneau doit être négligeable devant les tractions ; sinon il faudrait une quatrième force.

6 Résoudre et contrôler

Page élève : 7.

Méthode — Une démarche réutilisable

1. Nommer le système et les hypothèses. 2. Inventorier les forces reçues. 3. Vérifier les droites d'action. 4. Choisir l'égalité des valeurs (deux forces) ou le triangle (trois forces concourantes). 5. Calculer ou mesurer graphiquement. 6. Répondre avec l'unité et les limites du modèle.

Exemple — Exemple résolu : un panneau miniature

Un panneau de masse 0,40 kg est suspendu immobile par un seul fil vertical passant au-dessus de G. Air négligé, $g = 10 \text{ N/kg}$. Son poids vaut 4,0 N. Les deux forces sont sur la même droite verticale : le fil exerce donc $T = 4,0 \text{ N}$ vers le haut. Ce calcul ne vérifie ni la résistance du fil ni celle de l'attache.

Application 7 – Juger une conclusion

Un autre panneau de masse 0,60 kg reste suspendu sous un fil vertical. Avec $g = 10 \text{ N/kg}$, déterminer la traction. Un élève conclut « l'installation est sûre puisque les forces se compensent ». Sa conclusion est-elle justifiée ?

Correction

$P = 0,60 \times 10 = 6,0 \text{ N}$ et $T = 6,0 \text{ N}$. L'équilibre renseigne sur les forces, pas sur les résistances, l'état du matériel ou les contraintes d'usage. La conclusion de sécurité n'est donc pas établie.

Bilan – Je sais faire

À retenir

Inventorier : qui agit sur quel système ?

Mesurer/calculer : poids en N, masse en kg, $P = mg$; contrôler les unités.

Représenter : point, droite d'action, sens, longueur à l'échelle.

Deux forces : même droite, valeurs égales, sens opposés.

Trois forces non parallèles : même plan, droites concourantes et triangle fermé.

Valider : comparer mesures et modèle sans effacer les écarts ; une étude d'équilibre ne certifie pas une installation.

Remarque — A1 – Aller plus loin, non évalué : Appliquer le principe des actions réciproques (3e loi de Newton)

Si A exerce une force sur B, B exerce sur A une force de même valeur, même droite d'action et sens opposé. Elles agissent sur *deux objets différents* : on ne les additionne pas dans le bilan d'un seul objet. Exemple : une main pousse une paroi à 30 N vers la droite ; la paroi pousse la main à 30 N vers la gauche. Application facultative : cahier, exercice 20.