

Chapitre 5 — Mouvement et trajectoire

Physique-chimie ■ Seconde Bac Pro ■ 15 exercices d'approfondissement

Version élève ■ Édition du 20 septembre 2026

Nom : Classe : Date :

Rappel de cours

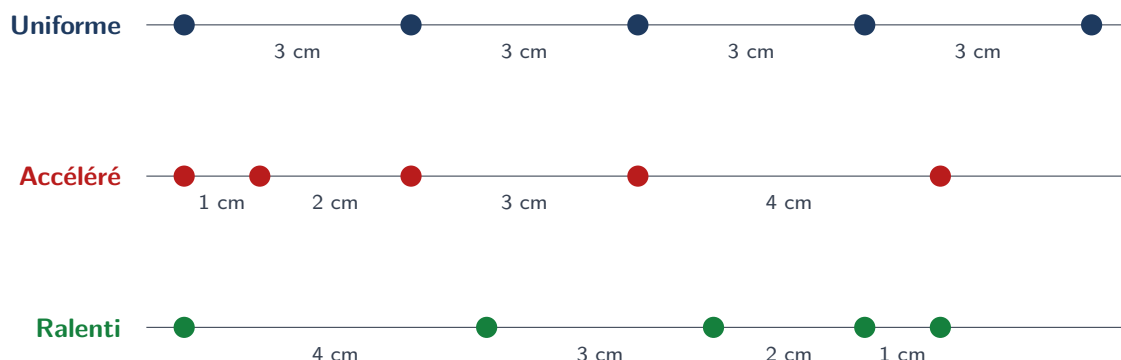
On **délimite** d'abord le système — l'objet étudié — et le point que l'on suit. Le **référentiel** est l'objet de référence choisi pour décrire le mouvement de ce point : un même point peut être en mouvement dans l'un et immobile dans un autre.

La **trajectoire** est l'ensemble des positions successives occupées par **un point** de l'objet : droite (rectiligne), cercle (circulaire) ou toute autre courbe (**quelconque**, on dit aussi curviligne). Selon le point choisi sur un même objet, la trajectoire peut être différente.

Vitesse moyenne : $v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t}$. Conversions : $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ et $1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$.

Rotation : fréquence $n = \frac{N(\text{tr/min})}{60}$ en tr/s, période $T = \frac{1}{n}$ en s, et pour un point du bord d'un disque de diamètre d : $v = \pi \times d \times n$.

Mouvement **uniforme** : vitesse constante. **Accélééré** : vitesse croissante. **Ralenti** : vitesse décroissante.



Trois chronophotographies prises au même rythme (Δt constant). Il suffit de comparer les écarts entre positions successives : égaux, le mouvement est uniforme ; croissants, il est accéléré ; décroissants, il est ralenti. Aucune mesure de vitesse n'est nécessaire pour trancher.

Exercices d'approfondissement

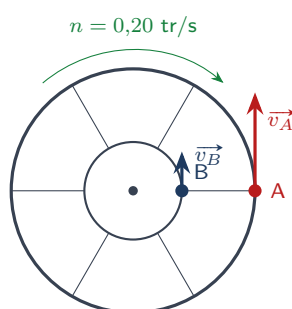
Série 3 — plusieurs étapes, un choix à justifier, ou une erreur à repérer.

Exercice 3-1 — Deux astronautes dans une station en rotation

Contexte : Espace — station orbitale

On étudie une station spatiale en forme de roue, tournant uniformément autour de son axe. Deux astronautes se déplacent avec la station : A se trouve sur le bord extérieur, B dans un couloir circulaire plus proche de l'axe.

Fréquence de rotation	0,20 tr/s
Diamètre de la trajectoire de A	100 m
Diamètre de la trajectoire de B	40 m



Les deux astronautes font un tour dans le même temps : même fréquence de rotation. Mais A parcourt un cercle deux fois et demie plus grand pendant cette durée, donc son vecteur vitesse est d'autant plus long.

Rappel de cours

Pour un point décrivant un cercle de diamètre d : $v = \pi \times d \times n$.

1. Pour un observateur qui ne tourne pas avec la station et qui regarde son axe, décrire la trajectoire de chaque astronaute.

2. Calculer la période de rotation de la station. Est-elle identique pour A et B ?

3. Calculer la vitesse de A et celle de B, en m/s puis en km/h.

4. Les deux astronautes ont-ils la même fréquence de rotation et la même vitesse linéaire ? Expliquer.

5. Un module fragile ne doit pas dépasser 30 m/s. Jusqu'à quel diamètre de trajectoire peut-on l'installer sans modifier la fréquence de rotation ?

Exercice 3-2 — Comparaison de deux itinéraires de livraison

Contexte : Logistique — gestion des déplacements

Un conducteur de travaux doit choisir entre deux itinéraires pour livrer des palettes de parpaings sur un chantier.

Itinéraire	Distance	Vitesse moyenne
Route nationale	72 km	90 km/h
Autoroute	90 km	120 km/h

1. Calculer le temps de trajet, en minutes, pour chaque itinéraire. Quelle formule utiliser ?

2. Quel itinéraire est le plus rapide, et de combien de minutes ?

3. Le péage d'autoroute coûte 8 € et le carburant revient à 0,12 € par kilomètre. Calculer le coût total de chaque itinéraire.

4. En tenant compte du temps et du coût, quel itinéraire recommandez-vous ? Justifier.

Suite des calculs :

Exercice 3-3 — Choix de la fréquence de rotation d'une toupie

Contexte : Atelier de menuiserie

Un menuisier agenceur doit réaliser un profil décoratif sur du hêtre. Le fabricant de fraises recommande une **vitesse de coupe** comprise entre 30 et 45 m/s pour cette essence. La toupie dispose de trois vitesses : 3 000, 6 000 et 9 000 tr/min. Le menuisier hésite entre deux fraises : la fraise A (petit profil), de diamètre 5 cm, et la fraise B (grand profil), de diamètre 12 cm.

1. Pour chacune des six combinaisons fraise/vitesse, calculer la vitesse de coupe $v = \pi \times d \times n$. Présenter les résultats dans un tableau.

2. Pour chaque fraise, déterminer la ou les vitesses de rotation qui respectent la recommandation du fabricant.

3. Le menuisier choisit la fraise B à 6000 tr/min. Calculer la période de rotation.

4. Lors du passage de la pièce, l'avance est de 6 m/min et la pièce fait 2,40 m de long. Calculer la durée de l'opération de profilage.

Suite des calculs :

Exercice 3-4 — Compteur kilométrique et usure des pneus

Contexte : Maintenance automobile

Le compteur kilométrique d'un véhicule de livraison est étalonné pour des pneus de diamètre $d_0 = 65 \text{ cm}$: il compte les tours de roue et les multiplie par la circonférence πd_0 pour afficher la distance. Après usure, le diamètre réel des pneus est $d_1 = 63 \text{ cm}$.

1. Calculer la circonférence d'un pneu neuf, puis celle d'un pneu usé.

2. Le compteur affiche 100 km. Combien de tours de roue cela représente-t-il ?

3. Avec les pneus usés, la roue fait le même nombre de tours mais chaque tour parcourt moins de distance. Calculer la distance réellement parcourue.

4. Quelle est l'erreur du compteur, en pourcentage ? Affiche-t-il plus ou moins que la réalité ?

5. Si le véhicule roule à 90 km/h indiqués, quelle est sa vitesse réelle ?

Suite des calculs :

Exercice 3-5 — Tapis de course : vitesse de défilement

Contexte : Sport — salle de remise en forme

Un tapis de course de salle de sport possède deux rouleaux de diamètre $d = 8 \text{ cm}$. La bande repose dessus et défile sans glisser : elle avance donc à la vitesse du bord du rouleau. Le constructeur annonce une vitesse réglable **de 1 à 22 km/h**. À pleine puissance, le moteur entraîne le rouleau principal à $N = 1500 \text{ tr/min}$.

1. Convertir la fréquence en tr/s.

2. Calculer la vitesse de défilement de la bande, c'est-à-dire la vitesse linéaire au bord du rouleau.

3. Convertir en km/h et comparer à l'allure d'un cycliste.

4. La valeur calculée est-elle compatible avec la vitesse maximale annoncée par le constructeur ?

5. Déterminer la vitesse de rotation du rouleau, en tr/min, qui donnerait exactement 22 km/h.

6. La bande forme une boucle de 3 m de long. À 22 km/h, combien de fois par seconde un même point de la bande passe-t-il sous le coureur ?

Suite des calculs :

Exercice 3-6 — Analyse graphique d'un trajet

Le tableau donne la distance parcourue par un utilitaire de livraison en fonction du temps.

Temps (min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Distance (km)	0	4	8	8	8	14	20	26	30

1. Tracer le graphique distance-temps sur papier millimétré.

2. Identifier les phases du trajet : quand le véhicule roule-t-il ? Quand est-il à l'arrêt ?

3. Calculer la vitesse moyenne pendant les 10 premières minutes.

4. Calculer la vitesse moyenne entre 20 et 40 min.

5. Calculer la vitesse moyenne sur l'ensemble du trajet.

6. Expliquer pourquoi la vitesse moyenne globale diffère des deux vitesses précédentes.

Suite des calculs :

Exercice 3-7 — Satellite géostationnaire

Un satellite géostationnaire orbite autour de la Terre à une altitude $h = 35\,786\text{ km}$. Il fait un tour complet en environ $T = 24\text{ h}$, la durée d'un tour de la Terre sur elle-même (23 h 56 min précisément : le jour sidéral). On prendra $T = 24\text{ h}$. Le rayon de la Terre est $R_T = 6371\text{ km}$.

1. Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement du satellite ? Quelle est sa trajectoire ?

2. Calculer le rayon de l'orbite du satellite : $r = R_T + h$.

3. Calculer la circonférence de l'orbite.

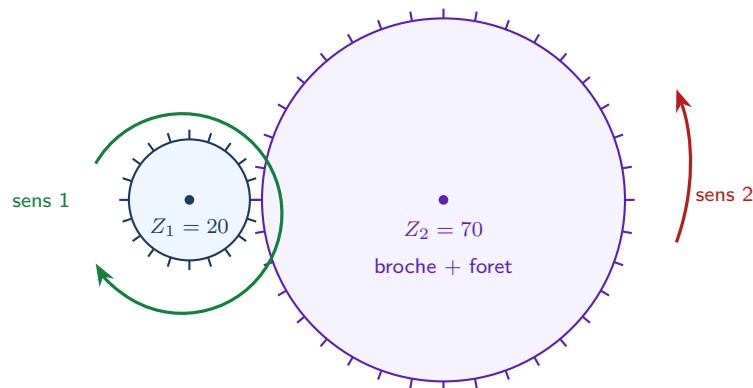
4. Calculer la vitesse du satellite en km/h, puis en km/s.

5. Le satellite est-il immobile dans le référentiel terrestre ? Dans le référentiel géocentrique ? Expliquer en utilisant la relativité du mouvement.

Suite des calculs :

Exercice 3-8 — Transmission par engrenages : perceuse à colonne
Contexte : Atelier — usinage

Une perceuse à colonne possède une transmission par engrenages. Le moteur tourne à $N_1 = 2800 \text{ tr/min}$. La roue dentée motrice (pignon) a $Z_1 = 20$ dents et entraîne une roue réceptrice de $Z_2 = 70$ dents, fixée à la broche du foret.



Deux roues en contact direct tournent toujours en sens opposés. La petite roue a moins de dents : elle doit faire plusieurs tours pendant que la grande n'en fait qu'un. Ici le rapport est de $70/20$, soit 3,5 tours du pignon pour un tour de la broche.

Méthode — Rapport de transmission

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2}, \quad \text{soit} \quad N_2 = N_1 \times \frac{Z_1}{Z_2}.$$

1. Calculer la fréquence de rotation de la broche N_2 , en tr/min.

2. Convertir N_2 en tr/s.

3. Un foret de diamètre $d = 10 \text{ mm}$ est monté sur la broche. Calculer la vitesse de coupe.

4. Le fabricant du foret recommande 25 m/min pour percer l'acier doux. La vitesse actuelle convient-elle ?

5. La broche tourne dans le sens horaire vue de dessus. Dans quel sens tourne le pignon moteur ? Justifier.

Exercice 3-9 — Dimensionner les volants d'une scie à ruban**Contexte : Atelier de menuiserie**

Sur une scie à ruban, la lame est une boucle fermée qui défile sur deux volants de même diamètre ; la vitesse de défilement de la lame est celle d'un point du bord d'un volant. Un atelier reconstruit une machine ancienne : le moteur disponible tourne à 1500 tr/min et entraîne directement le volant inférieur, sans réducteur. Pour scier du bois massif, la vitesse de défilement recommandée est de 25 m/s. La lame mesure 3,60 m de long.

1. Déterminer le diamètre que devraient avoir les volants pour obtenir exactement la vitesse recommandée.

2. Le fournisseur ne propose que des volants de 500 mm. Calculer la vitesse de défilement obtenue, et la comparer à la recommandation.

3. Deux solutions permettent de revenir à 25 m/s avec des volants de 500 mm : un variateur sur le moteur, ou une transmission réductrice. Déterminer dans les deux cas la vitesse de rotation du volant à obtenir, en tr/min.

4. À la vitesse recommandée, combien de fois par minute un même point de la lame repasse-t-il dans la zone de coupe ?

5. Expliquer pourquoi une vitesse de défilement trop élevée n'améliore pas la coupe, et citer deux conséquences concrètes.

Exercice 3-10 — Deux lignes fausses sur une fiche de réglage

Contexte : Atelier de menuiserie

Un apprenti remplit la fiche de réglage d'une scie circulaire sur table équipée d'une lame de 30 cm de diamètre, tournant à 4500 tr/min. Deux lignes de sa fiche sont erronées.

Erreur fréquente — Fiche de l'apprenti

(a) « Fréquence de rotation : $n = 4\,500 \text{ tr/s.}$ »

(b) « Vitesse en bord de lame : $v = d \times n = 0,30 \times 4\,500 = 1\,350 \text{ m/s.}$ »

1. Identifier l'erreur de la ligne (a) et donner la valeur correcte.

2. Identifier l'erreur de la ligne (b), indépendante de la précédente, et donner la valeur correcte de la vitesse de coupe, en m/s puis en km/h.

3. Calculer la période de rotation de la lame.

4. On remplace la lame par une lame de 60 cm de diamètre, sans changer la vitesse de rotation. Déterminer la nouvelle vitesse de coupe et la nouvelle période, puis énoncer ce qui change et ce qui ne change pas.

5. La lame de 60 cm porte l'inscription « vitesse de coupe maximale : 80 m/s ». Le montage de la question 4 est-il acceptable ? Sinon, déterminer la vitesse de rotation maximale admissible, en tr/min.

Exercice 3-11 — Chariot filoguidé : exploiter un enregistrement de vitesse
Contexte : Atelier — logistique interne

Un chariot filoguidé transporte des bacs de pièces entre deux postes d'un atelier. Un enregistreur relève sa vitesse pendant un trajet complet, du départ à l'arrêt.

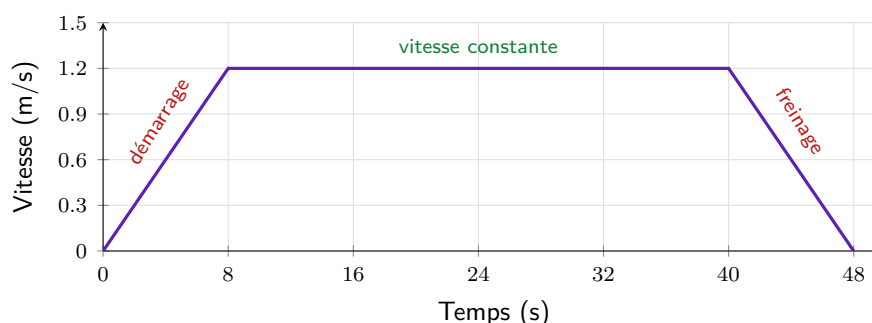


Diagramme de la vitesse en fonction du temps. Une portion montante signale un mouvement accéléré, une portion horizontale un mouvement uniforme, une portion descendante un mouvement ralenti. Ce n'est pas la trajectoire du chariot : celle-ci est une ligne droite.

1. Relever la durée de chacune des trois phases du trajet et nommer le type de mouvement correspondant.

2. Relever la vitesse maximale atteinte, en m/s puis en km/h.

3. Calculer la distance parcourue pendant la phase à vitesse constante.

4. Pendant les phases de démarrage et de freinage, la vitesse varie régulièrement : on peut donc y raisonner sur la vitesse moyenne. Calculer la distance parcourue pendant chacune de ces deux phases.

5. En déduire la distance totale entre les deux postes, puis la vitesse moyenne du chariot sur l'ensemble du trajet. Expliquer pourquoi elle est inférieure à la vitesse maximale.

6. Le chariot stationne 25 s à chaque poste pour être chargé puis déchargé. Déterminer le nombre d'allers-retours complets qu'il peut réaliser en une heure.

Exercice 3-12 — *Convoyeur à rouleaux : atteindre la cadence demandée***Contexte : Atelier — conditionnement**

Un convoyeur à rouleaux motorisés achemine des caisses vers un poste de contrôle. Les caisses reposent sur les rouleaux et avancent à la vitesse du dessus des rouleaux, sans glisser.

Diamètre d'un rouleau	80 mm
Vitesse de rotation actuelle des rouleaux	60 tr/min
Espacement entre deux caisses successives	1,20 m
Cadence demandée au poste de contrôle	40 caisses par minute

1. Calculer la vitesse d'avance des caisses, en m/s puis en m/min.

2. En déduire la cadence actuelle du convoyeur, en caisses par minute.

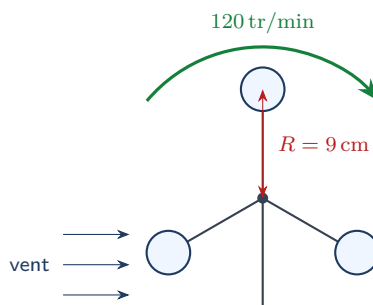
3. Première solution : accélérer les rouleaux sans modifier l'espacement. Déterminer la vitesse d'avance nécessaire, puis la vitesse de rotation à régler, en tr/min.

4. Seconde solution : garder les rouleaux à 60 tr/min et rapprocher les caisses. Déterminer l'espacement à respecter.

5. Comparer les deux solutions et proposer, en le justifiant, celle qu'il vaut mieux retenir.

Exercice 3-13 — Mesurer le vent avec un anémomètre à coupelles**Contexte : Énergie** — étude d'implantation

Avant d'implanter une petite éolienne, on installe un mât de mesure équipé d'un **anémomètre à coupelles**. Trois coupelles fixées à des bras de 9 cm tournent autour d'un axe vertical, d'autant plus vite que le vent est fort. Le constructeur indique que la vitesse du vent vaut environ **2,5 fois** la vitesse des coupelles (facteur d'étalonnage propre à l'appareil). L'éolienne envisagée démarre à partir d'un vent de 3 m/s. Un relevé donne une vitesse de rotation de 120 tr/min.



Vue de dessus de l'anémomètre. Les coupelles décrivent un cercle de **diamètre** 18 cm : c'est le double du bras, et c'est le piège de l'exercice, la relation $v = \pi d n$ réclamant un diamètre, pas un rayon.

1. Calculer la fréquence de rotation, en tr/s, et la période de rotation des coupelles.

2. Calculer la vitesse d'une coupelle, en m/s.

3. En déduire la vitesse du vent, en m/s puis en km/h.

4. L'éolienne démarrerait-elle dans ces conditions ? Justifier.

5. Déterminer la vitesse de rotation minimale des coupelles, en tr/min, à partir de laquelle l'éolienne démarrerait.

6. Citer deux raisons pour lesquelles la valeur obtenue à la question 3 ne doit être considérée que comme une estimation.

Exercice 3-14 — Pourquoi les départs sont-ils décalés sur une piste ?**Contexte : Sport — athlétisme**

Une piste d'athlétisme de 400 m est formée de deux lignes droites de 84,39 m et de deux virages en demi-cercle. Sur la ligne de mesure du **couloir 1**, chaque virage a un rayon de 36,80 m. Chaque couloir est large de 1,22 m, si bien que la ligne de mesure du couloir 8 est décalée de sept largeurs de couloir vers l'extérieur.

1. Caractériser la trajectoire d'un coureur dans une ligne droite, puis dans un virage. Comment qualifier sa trajectoire sur un tour complet ?

2. Les deux virages mis bout à bout forment un cercle complet. Calculer la longueur totale des virages du couloir 1, puis vérifier que le tour mesure bien 400 m.

3. Déterminer le rayon de la ligne de mesure du couloir 8, puis la longueur totale de ses virages.

4. En déduire de combien de mètres le couloir 8 est plus long que le couloir 1 sur un tour complet.

5. Deux athlètes courent tous deux à 8,5 m/s, l'un au couloir 1, l'autre au couloir 8, et partent de la même ligne. Calculer la durée du tour de chacun, puis le retard du second.

6. Conclure sur la règle du départ décalé et donner la valeur du décalage à appliquer au couloir 8.

Exercice 3-15 — Distance d'arrêt : ce que la vitesse change vraiment

Contexte : Sécurité routière

La **distance d'arrêt** d'un véhicule est la somme de deux distances : celle parcourue pendant le **temps de réaction** du conducteur, pendant lequel le véhicule roule sans ralentir, et celle parcourue pendant le **freinage** proprement dit. On retient un temps de réaction de 1,0 s pour un conducteur attentif. Les distances de freinage ci-dessous sont des valeurs usuelles sur chaussée sèche.

Vitesse	Distance de freinage (chaussée sèche)
90 km/h	40 m
130 km/h	84 m

Sur autoroute, les bandes blanches tracées le long de la bande d'arrêt d'urgence sont espacées de 39 m : la règle dite « des deux traits » correspond donc à environ 78 m.

1. Convertir les deux vitesses en m/s.

2. Calculer, pour chaque vitesse, la distance parcourue pendant le temps de réaction, puis la distance d'arrêt totale.

3. Un conducteur roulant à 130 km/h aperçoit un obstacle immobile 78 m devant lui. Peut-il s'arrêter à temps ? Et à 90 km/h ?

4. Ce résultat signifie-t-il que la règle des deux traits est inutile ? Expliquer ce dont elle protège réellement.

5. Un conducteur consulte son téléphone pendant 2,0 s à 130 km/h. Calculer la distance parcourue sans regarder la route et la comparer aux 78 m précédents.

6. La vitesse passe de 90 à 130 km/h, soit environ 1,4 fois plus. Comparer le facteur d'augmentation de la distance de réaction et celui de la distance de freinage. Que peut-on en conclure ?
