Version élève

Physique-chimie – Seconde Bac Pro

Cours et applications

Chapitre 5

Mouvement et trajectoire

Édition : 14 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Nom : ..... Classe : .....

Rappel de cours — Avant de commencer

Savoir convertir des longueurs et des durées, effectuer un produit ou un quotient, lire une grandeur sur un appareil ou dans un tableau.

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 – Choisir un référentiel et décrire une trajectoire	Système, référentiel ; trajectoire p. 3	2
C2b – Calculer une vitesse moyenne	Calcul ; distance et durée ; mesure p. 6	4
O1 – Convertir des unités de vitesse	Distance, durée et conversions	5
C2a – Identifier la nature d'un mouvement	Positions successives	7
O2 – Exploiter un tableau, une chronophotographie ou un graphique position-temps ou vitesse-temps	Enregistrements ; graphiques p. 8	7
C3 – Étudier un mouvement de rotation	Fréquence, période ; vitesse p. 10	9
Bilan – Décrire, calculer, vérifier	Toutes les capacités	12

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 exemples restent résolus ; les corrigés des applications sont dans la version professeur.
C2b comprend le calcul et l'interprétation d'une vitesse, d'une distance ou d'une durée. Les méthodes de mesure sont aux pages 6 et 9. Lire un protocole ne remplace pas la manipulation.

C1 – Système et référentiel

Choisir un référentiel et décrire une trajectoire – première étape

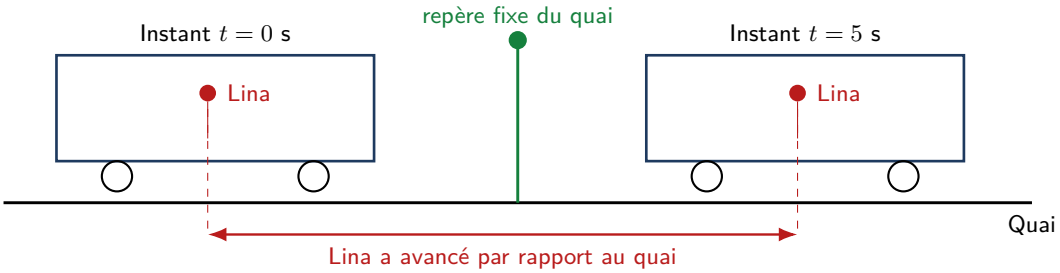
Comment décrire un mouvement ?

Une astronaute reste attachée à son siège dans un vaisseau en orbite. Est-elle immobile ? Une fusée peut suivre une ligne droite tout en accélérant. Un satellite peut tourner tout en conservant la même valeur de vitesse. Pour répondre, il faut distinguer **le point étudié, le référentiel, la trajectoire et l'évolution de la vitesse**.

Définition — Les deux choix indispensables

Le **système étudié** est l'objet ou la partie d'objet dont on étudie le mouvement. On précise le **point suivi** lorsque la forme de sa trajectoire importe.
Le **référentiel** est l'objet de référence, muni de repères, par rapport auquel on décrit les positions au cours du temps.

Dans un référentiel donné, un point est **au repos** si sa position ne change pas pendant la durée étudiée. Il est **en mouvement** si sa position change.



Un seul quai, deux instants. Lina occupe toujours la même place dans le wagon : elle est au repos par rapport au wagon. Mais le wagon a dépassé le repère vert du quai, donc Lina a changé de position par rapport au quai. Schéma sans échelle.

Exemple — Deux descriptions compatibles

Lina est **au repos par rapport au wagon** et **en mouvement par rapport au quai**. Un même objet peut donc être au repos dans un référentiel et en mouvement dans un autre : c'est la **relativité du mouvement**.

Référentiel	Repères et usage
Terrestre	Lié au sol, à une salle ou à un bâtiment ; pour les déplacements usuels.
Géocentrique	Origine au centre de la Terre, axes fixes par rapport aux étoiles lointaines ; pour les satellites.
Héliocentrique	Origine au centre du Soleil, axes fixes par rapport aux étoiles lointaines ; pour les planètes.

Application 1 — *C1 – L'astronaute*

Une astronaute reste attachée à son siège dans un vaisseau en orbite autour de la Terre.

a) Nommer le système étudié.

b) Est-elle au repos ou en mouvement par rapport au vaisseau ? Justifier.

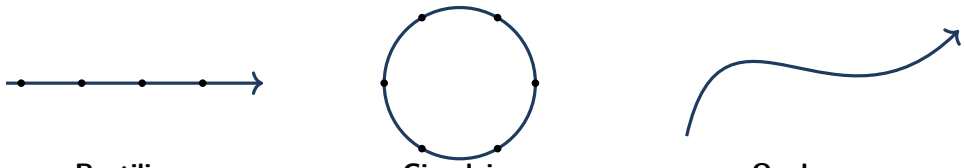
c) Même question dans le référentiel géocentrique.

C1 – La trajectoire d'un point

Choisir un référentiel et décrire une trajectoire – forme du chemin

Définition

La **trajectoire** d'un point est l'ensemble de ses positions successives dans le référentiel choisi. Elle décrit la forme du chemin, **pas la rapidité du déplacement**.



Rectiligne
une droite

Circulaire
un cercle ou un arc

Quelconque
une autre courbe

Trois formes de trajectoires. Les formes seules ne permettent pas de déterminer l'évolution de la vitesse.

Méthode — Décrire sans ambiguïté

Nommer le système et le point suivi, préciser le référentiel, puis reconnaître la forme des positions successives. Une description peut ne concerner qu'une **partie du trajet**.

Exemple — De la fusée à la roue

Au tout début d'un décollage vertical, la trajectoire du centre d'une fusée est approximativement rectiligne par rapport au sol. Elle se courbe ensuite.
Un point du pneu d'un vélo décrit un cercle dans un référentiel lié au cadre, dont les axes ne tournent pas avec la roue. Quand le vélo avance, sa trajectoire par rapport à la route n'est plus un cercle. Le centre de la roue peut pourtant suivre une droite.

Erreur fréquente

« Le vélo a une trajectoire circulaire » est incomplet : **quel point du vélo et dans quel référentiel ?** Ne pas confondre le référentiel du cadre avec celui qui tourne avec la roue.

Application 2 — *C1 – Nommer les trajectoires*

Dans le référentiel du sol, classer la trajectoire du point précisé :

a) le centre d'une cabine d'ascenseur montant verticalement ;

b) le bout d'une pale d'éolienne tournant autour d'un axe fixe ;

c) le centre d'un ballon dont le chemin est une courbe non circulaire.

C2b – Calculer une vitesse moyenne

Calculer une vitesse moyenne – relier distance et durée

Définition

La vitesse moyenne est le quotient de la **distance totale parcourue** par la **durée correspondante** :

$$\boxed{v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t}} \qquad \Delta t = t_{\text{fin}} - t_{\text{début}}.$$

Avec d en mètres et Δt en secondes, v_{moy} s'exprime en $\mathrm{m/s}$. Avec d en kilomètres et Δt en heures, elle s'exprime en $\mathrm{km/h}$.

Méthode — Quatre étapes

a) Repérer la distance et la durée du **même trajet**.

b) Convertir les données dans des unités compatibles.

c) Écrire la relation, remplacer par les valeurs et calculer.

d) Donner l'unité et interpréter le résultat.

Exemple — Un rover sur Mars

Dans un exemple d'entraînement, un rover parcourt $90\,\mathrm{m}$ en $1\,\mathrm{h}$, par rapport au sol martien. Comme $1\ \mathrm{h} = 3600\ \mathrm{s}$:

$$v_{\text{moy}} = \frac{90}{3600} = 0{,}025\,\mathrm{m/s}.$$

Il parcourt **en moyenne** $0{,}025\,\mathrm{m}$, soit $2{,}5\,\mathrm{cm}$, par seconde. Il a pu s'arrêter ou changer de vitesse pendant le trajet.

Erreur fréquente — Distance parcourue ou position finale ?

Pour un aller-retour de $20\,\mathrm{m}$ à l'aller puis $20\,\mathrm{m}$ au retour, la distance parcourue est $40\,\mathrm{m}$, même si l'on revient à la position de départ. On ne met pas zéro au numérateur !

Application 3 — *C2b – Comparer deux trajets*

Deux élèves effectuent le même trajet. Les données portent sur le trajet entier.

	Distance	Durée
Inès, à vélo	$600\,\mathrm{m}$	$120\,\mathrm{s}$
Hugo, à trottinette	$600\,\mathrm{m}$	$150\,\mathrm{s}$

Calculer leurs vitesses moyennes en m/s. Qui a la plus grande ? Ces résultats prouvent-ils que les vitesses ont été constantes ?

C2b et O1 – Distance, durée et conversions

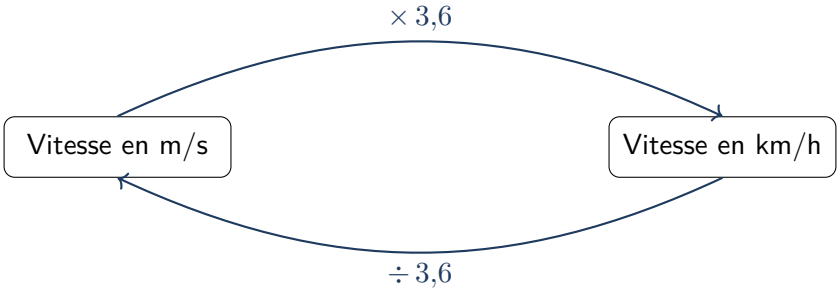
Calculer une vitesse moyenne – utiliser la relation dans les deux sens

À retenir

Pour le même trajet :

$$\boxed{d = v_{\text{moy}}\Delta t} \qquad \boxed{\Delta t = \frac{d}{v_{\text{moy}}}} \qquad (v_{\text{moy}} > 0).$$

Si la vitesse est constante, on peut la noter simplement v.



Pour une même vitesse, la valeur numérique en km/h est 3,6 fois celle en m/s.

Pourquoi 3,6 ? En une heure, un objet roulant à $1\,\mathrm{m/s}$ parcourt $3600\,\mathrm{m}$, soit $3{,}6\,\mathrm{km}$. Ainsi, $1\,\mathrm{m/s} = 3{,}6\,\mathrm{km/h}$.

Exemple — Durée d'un trajet et distance parcourue

Un colis avance à vitesse constante sur un convoyeur : $v = 0{,}5\,\mathrm{m/s}$. Pour parcourir $8\,\mathrm{m}$, il lui faut $\Delta t = 8/0{,}5 = 16\,\mathrm{s}$.
En $10\,\mathrm{s}$, il parcourt $d = 0{,}5 \times 10 = 5\,\mathrm{m}$.
Sa vitesse est $0{,}5 \times 3{,}6 = 1{,}8\,\mathrm{km/h}$, ou $0{,}5 \times 60 = 30\,\mathrm{m/min}$.

Erreur fréquente — Durées et arrondis

$1\,\mathrm{h}$ et $30\,\mathrm{min}$ font $1{,}5\,\mathrm{h}$, pas $1{,}30\,\mathrm{h}$.
Pour une suite de calculs, garder les valeurs non arrondies dans la calculatrice et arrondir le résultat final.

Application 4 — *C2b et O1 – Le rover, puis l'astronaute*

Situation 1 – le rover. Un rover se déplace à la vitesse moyenne de $0{,}09\,\mathrm{km/h}$.

a) Convertir cette vitesse en m/s.

b) Calculer la durée nécessaire pour parcourir $60\,\mathrm{m}$ à cette vitesse moyenne, en secondes puis en minutes.

Situation 2 – l'astronaute. Un astronaute marche à $1{,}2\,\mathrm{m/s}$.

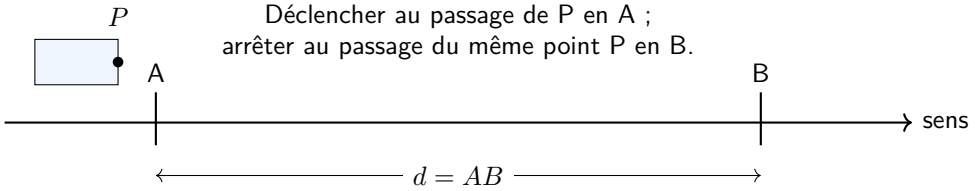
c) Convertir sa vitesse en km/h.

d) Quelle distance parcourt-il en $10\,\mathrm{s}$ à cette vitesse constante ?

C2b – Mesurer une vitesse moyenne

Déterminer expérimentalement une vitesse moyenne en mouvement rectiligne

Matériel : un mobile pédagogique lent, une piste droite dégagée, deux repères A et B, un mètre et un chronomètre. Le dispositif est préparé et validé par le professeur.



On mesure la distance et la durée entre les passages du même point P aux deux repères. Le démarrage du mobile peut avoir lieu avant A.

Méthode — Protocole

a) Nommer le système, le point P et le référentiel de la salle.

b) Mesurer AB en mètres. Le trajet entre A et B est rectiligne, sans demi-tour.

c) Mesurer la durée entre les passages de P en A et en B.

d) Recommencer dans les mêmes conditions ; comparer les durées.

e) Pour des durées proches, utiliser leur moyenne comme durée représentative, puis calculer $v_{\text{moy}} = d/\Delta t$.

Exemple — Exploitation de données fournies

Pour $2\,\text{m}$, trois essais donnent $3{,}8\,\text{s}$, $4{,}0\,\text{s}$ et $4{,}2\,\text{s}$. La durée moyenne vaut $(3{,}8 + 4{,}0 + 4{,}2)/3 = 4{,}0\,\text{s}$. On estime la vitesse à $2/4 = 0{,}50\,\text{m/s}$.
Les écarts entre essais illustrent la dispersion des mesures. Le chronométrage dépend notamment des réactions de l'opérateur. Une durée plus longue réduit leur importance relative, sans supprimer toute incertitude.

Application 5 — *C2b – Contrôler une méthode*

Un élève mesure la vitesse du mobile entre A et B, avec $AB = 2{,}00\,\text{m}$. Il démarre le chronomètre au démarrage du mobile, situé **avant** A, et l'arrête au passage en B : il lit $5{,}0\,\text{s}$. La durée réelle entre A et B est $4{,}0\,\text{s}$.

a) Calculer la vitesse qu'il obtient avec sa durée de $5{,}0\,\text{s}$.

b) Calculer la vitesse correcte, avec $4{,}0\,\text{s}$.

c) Sa vitesse est-elle trop grande ou trop petite ? Expliquer en une phrase.

d) Que faut-il changer dans sa façon de chronométrer ?

À réaliser en classe : le protocole ci-dessus permet de travailler la mesure réelle. Les valeurs de l'exemple ne sont pas des mesures effectuées par l'élève.

C2a et O2 – Lire les positions successives

Identifier la nature d'un mouvement à partir d'un enregistrement

Définition

La **chronophotographie** représente les positions successives du même point, prises à intervalles de temps réguliers, notés τ.
Le mouvement est **uniforme** si la valeur de la vitesse reste constante, **accéléré** si elle augmente et **ralenti** si elle diminue.

Mouvements rectilignes vers la droite, sans demi-tour ; même échelle et même intervalle temporel. Espacements égaux : uniforme ; croissants : accéléré ; décroissants : ralenti, dans les modèles représentés.

Méthode — Lire, puis calculer

Vérifier le sens, l'échelle et l'égalité des intervalles de temps. Comparer les distances **entre positions consécutives**, pas seulement les positions depuis le départ.
Sur un intervalle : $v_{\text{moy}} = d/\tau$. Entre les positions 0 et 5, il y a **cinq intervalles**, donc une durée 5τ.

Exemple — Un enregistrement régulier

Un mobile parcourt $0{,}6\,\text{m}$ toutes les $0{,}5\,\text{s}$. Les vitesses moyennes sur les intervalles valent $0{,}6/0{,}5 = 1{,}2\,\text{m/s}$. Les mesures sont compatibles avec un mouvement uniforme.

Uniformément varié : la valeur de la vitesse varie de la même quantité pendant des durées égales. Des espacements simplement croissants indiquent une accélération, mais pas nécessairement une accélération uniforme. Un enregistrement fournit des informations limitées à ses instants et intervalles de mesure.

Application 6 — *C2a, C2b et O2 – Un mobile guidé*

Un mobile se déplace en ligne droite, sans demi-tour. On photographie sa position toutes les $0{,}2\,\text{s}$: on obtient ainsi les positions numérotées 0, 1, 2, 3, 4 puis 5. Le tableau donne la distance parcourue entre deux positions qui se suivent.

De la position … à la position …	$0 \to 1$	$1 \to 2$	$2 \to 3$	$3 \to 4$	$4 \to 5$
Distance parcourue (cm)	4	8	12	16	20
Durée (s)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

a) Le mouvement est-il uniforme, accéléré ou ralenti ? Justifier avec le tableau.

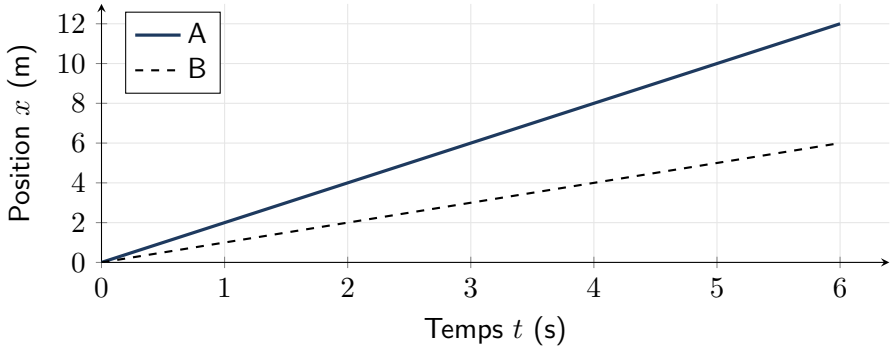
b) Calculer la vitesse moyenne entre les positions 2 et 3, en m/s.

c) Calculer de même la vitesse moyenne entre les positions 4 et 5.

O2 et C2a – Lire un graphique de mouvement

Exploiter des représentations – position, distance et vitesse

Avant de lire une courbe : identifier la grandeur sur chaque axe, les unités et les graduations. Une courbe position-temps n'est **pas le dessin de la trajectoire**.



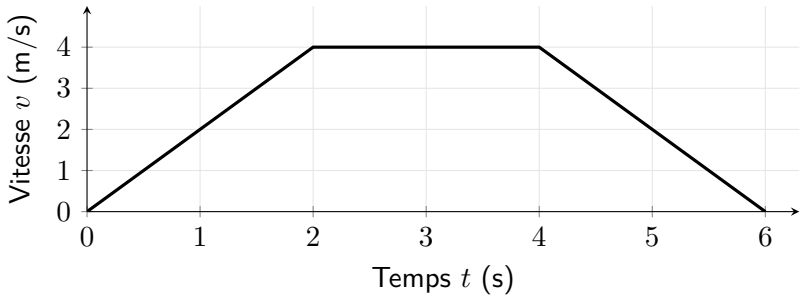
Deux mobiles partent du même point et avancent sur un axe droit, sans demi-tour. A parcourt davantage de distance que B pendant la même durée.

Exemple — Lire la pente

Entre $0\,\mathrm{s}$ et $4\,\mathrm{s}$, A parcourt $8\,\mathrm{m}$ et B $4\,\mathrm{m}$. Leurs vitesses sont $8/4 = 2\,\mathrm{m/s}$ et $4/4 = 1\,\mathrm{m/s}$. La droite A est plus pentue : A est plus rapide. Une portion horizontale d'un graphique position-temps indiquerait ici un arrêt.

Sur un graphique vitesse-temps : une horizontale indique une **vitesse constante**, pas forcément un arrêt. Une droite montante traduit une augmentation régulière de vitesse ; une droite descendante une diminution régulière. Le graphique ne donne pas, à lui seul, la forme de la trajectoire.

Application 7 — *O2 et C2a – Trois phases*



Évolution de la valeur de la vitesse dans un modèle de déplacement ; la trajectoire n'est pas précisée.

Qualifier le mouvement entre 0 et 2 s, entre 2 et 4 s, puis entre 4 et 6 s. Peut-on affirmer qu'il est rectiligne ?

C3 – Fréquence et période

Étudier un mouvement de rotation – compter des tours

Définition

La **fréquence de rotation** n est le nombre de tours par seconde. Elle s'exprime en tours par seconde (tr/s), ou en hertz (Hz).
La **période** T est la durée d'un tour, en secondes. Pour une rotation uniforme :

$$\boxed{n = \frac{1}{T}} \qquad \boxed{T = \frac{1}{n}}.$$

Plus la fréquence est grande, plus la période est courte.

Exemple — Donner du sens aux deux grandeurs

Une roue tourne à $n = 2\ \mathrm{tr/s}$. Elle effectue deux tours en une seconde. Chaque tour dure $T = 1/2 = 0{,}5\,\mathrm{s}$.
Dans le modèle scolaire où la Terre fait un tour en $24\,\mathrm{h}$, $T = 86\,400\,\mathrm{s}$ et $n = 1/86400 \approx 1{,}16 \times 10^{-5}\ \mathrm{tr/s}$.
La fréquence est très petite car un tour est très long.

À retenir

Pour convertir des tours par minute en tours par seconde, **diviser par 60**.
Exemple : $120\ \mathrm{tr/min} = 2\ \mathrm{tr/s}$. Ne pas utiliser le facteur 3,6, réservé à la conversion m/s–km/h.

Méthode — Déterminer expérimentalement une fréquence

Utiliser une roue pédagogique lente à repère visible, préparée par le professeur, et un chronomètre. Aucun comptage sur une machine de coupe n'est demandé.

a) Choisir un repère fixe devant lequel passe la marque de la roue.

b) Au premier passage, démarrer le chronomètre et compter **zéro**.

c) Compter les tours complets ; au vingtième retour, arrêter le chronomètre.

d) Calculer $n = N_{\text{tours}}/\Delta t$, avec la durée en secondes. Refaire l'essai et comparer.

Le quotient donne une fréquence moyenne sur la mesure. Si la rotation est uniforme, on en déduit la période d'un tour avec $T = 1/n$. Si elle varie, les tours ne durent pas tous le même temps.

Application 8 — *C3 – Exploiter un comptage*

La cuve d'une bétonnière tourne à vitesse régulière. Un repère peint sur la cuve permet de compter les tours : on en compte 24 complets en $40\,\mathrm{s}$.

a) Calculer la fréquence en tr/s.

b) En déduire la période en secondes, arrondie au dixième.

c) Donner le nombre de tours par minute.

C3 – Vitesse linéaire en rotation

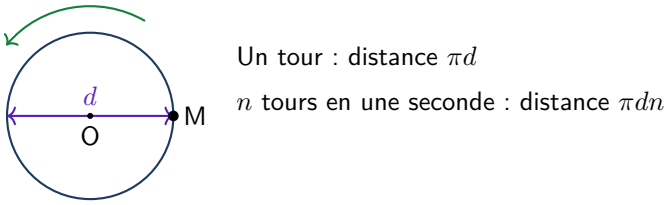
Étudier un mouvement de rotation – relier vitesse, diamètre et fréquence

Un point qui effectue un tour parcourt la circonférence du cercle, soit πd, où d est le **diamètre du cercle décrit par ce point**. En n tours par seconde :

À retenir

$$\boxed{v = \pi d n = 2\pi r n} \qquad d = 2r.$$

v en m/s ; d et r en mètres ; n en tr/s. Le référentiel est lié à l'axe fixe, sans tourner avec l'objet.



Le point M décrit un cercle autour de O. Le diamètre traverse le centre. À fréquence identique, un point plus éloigné de l'axe parcourt davantage de distance par tour.

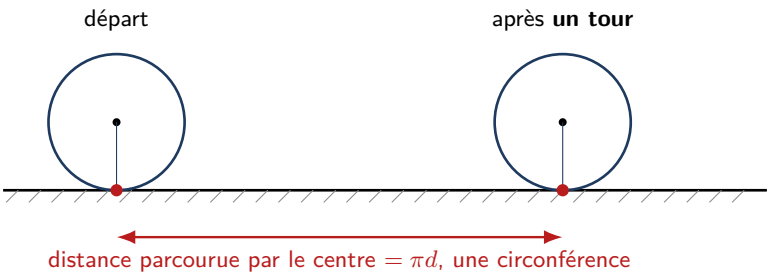
Méthode — Calculer sans confondre les grandeurs

Convertir les tr/min en tr/s, puis le diamètre en mètres. Appliquer $v = \pi d n$; arrondir seulement à la fin. Pour retrouver la fréquence : $n = v/(\pi d)$.

Exemple — Une poulie de ventilation

Pour $d = 40\,\mathrm{cm} = 0{,}40\,\mathrm{m}$ et $1500\ \mathrm{tr/min}$, la fréquence vaut $1500/60 = 25\ \mathrm{tr/s}$. La vitesse au bord vaut $v = \pi \times 0{,}40 \times 25 \approx 31{,}4\,\mathrm{m/s}$. C'est aussi la vitesse d'une courroie **sans glissement** sur cette poulie, dans ce modèle.

Roue d'un vélo : si elle roule sans glisser, le centre avance d'une circonférence par tour. La vitesse du vélo par rapport au sol vaut donc aussi $v = \pi d n$. **Les points du pneu n'ont pas tous cette vitesse par rapport au sol.**



Roulement sans glissement, vu de côté. Le point rouge est un repère peint sur le pneu : parti du sol, il y revient après exactement un tour. Pendant ce temps le centre a avancé de πd. Schéma sans échelle : la longueur dessinée ne vaut pas π fois le diamètre dessiné.

Application 9 — *C3 et O1 – La roue du vélo*

Une roue de diamètre $66\,\mathrm{cm}$ effectue 180 tours par minute. Le vélo roule sans glisser.

a) Calculer la vitesse du vélo en m/s.

b) Convertir cette vitesse en km/h, au dixième.

c) À fréquence identique, une roue de diamètre double donnerait-elle une vitesse double ? Justifier.

Bilan – Décrire, calculer, vérifier

Toutes les capacités – synthèse du chapitre

Question à se poser	Réponse ou méthode
Qu'étudie-t-on ?	Nommer le système et le point suivi.
Par rapport à quoi ?	Préciser le référentiel avant de parler de repos, de mouvement ou de trajectoire.
Quel chemin ?	Trajectoire rectiligne, circulaire ou quelconque.
Quelle évolution ?	Valeur de vitesse constante : uniforme ; croissante : accéléré ; décroissante : ralenti.
Quelles mesures ?	Même trajet pour la distance et la durée ; même point suivi ; unités compatibles.
Quelle relation ?	$v_{\text{moy}} = d/\Delta t$; $d = v_{\text{moy}}\Delta t$; $\Delta t = d/v_{\text{moy}}$ si $v_{\text{moy}} > 0$.
Quelle conversion ?	m/s vers km/h : $\times 3{,}6$; km/h vers m/s : $\div 3{,}6$.
Combien de tours ?	$n = N_{\text{tours}}/\Delta t$; tr/min vers tr/s : $\div 60$.
Combien de temps ?	Pour une rotation uniforme : $T = 1/n$.
Quelle vitesse au bord ?	$v = \pi d n$, diamètre en m et fréquence en tr/s.

Erreur fréquente — Quatre confusions à éviter

- **Rectiligne n'est pas uniforme :** la première propriété concerne la trajectoire, la seconde la valeur de la vitesse.
- **Moyenne n'est pas instantanée :** distance et durée totales ne permettent pas de connaître toutes les variations de vitesse.
- **Zéro à un instant n'est pas un repos durable :** une balle lancée verticalement s'arrête momentanément au sommet, puis redescend.
- **Rayon n'est pas diamètre :** avec le rayon, utiliser $2\pi r n$; avec le diamètre, $\pi d n$.

Je sais faire

☐ Préciser un système et un référentiel.
☐ Décrire une trajectoire et interpréter un enregistrement.
☐ Choisir entre calcul de vitesse, de distance et de durée.
☐ Convertir les unités avant de calculer.
☐ Expliquer comment mesurer une vitesse et une fréquence.
☐ Relier fréquence, période, diamètre et vitesse linéaire.

Pour travailler sur écran : les simulations du train, de la roue et de Mars complètent les schémas. Elles ne remplacent pas la mesure réelle.
`https://maths-sciences-pro.fr/physique-chimie/seconde/ch05/`

Adaptation pédagogique du cours du site : `https://maths-sciences-pro.fr/physique-chimie/seconde/ch05/lecon.html`.
Les données numériques sont des exemples d'entraînement, sauf indication contraire.