

Chapitre 5 — Mouvement et trajectoire

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

Version enseignant — énoncés et corrigés ■ Édition du 20 septembre 2026

Rappel de cours

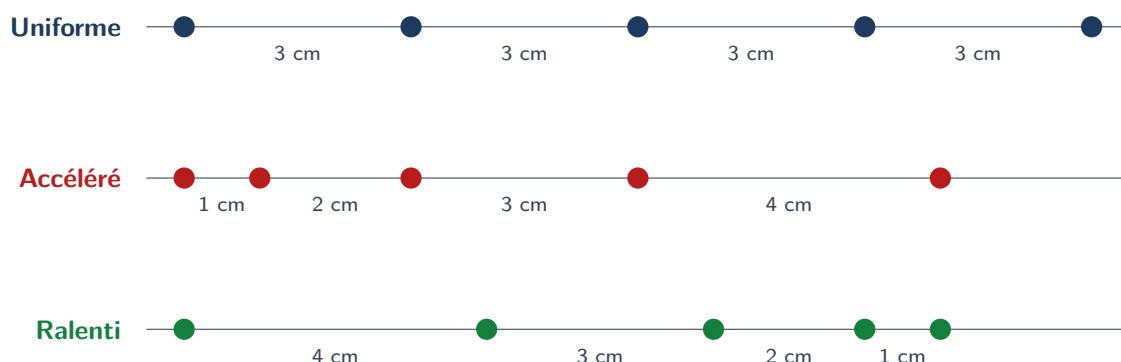
On **délimite** d'abord le système — l'objet étudié — et le point que l'on suit. Le **référentiel** est l'objet de référence choisi pour décrire le mouvement de ce point : un même point peut être en mouvement dans l'un et immobile dans un autre.

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'application

Série 2 — les calculs ne sont plus amorcés : c'est à l'élève de choisir la relation.

Exercice 2-1 — Approche d'un vaisseau spatial

Un vaisseau s'approche d'une station spatiale en suivant une trajectoire rectiligne. Dans le référentiel de la station, on relève sa position toutes les $\Delta t = 2,0$ s.

Position	1	2	3	4	5
Distance parcourue depuis le premier relevé (m)	0	12	21	27	30

1. Calculer les distances parcourues entre positions successives.
2. Comment évoluent ces distances ? En déduire la nature du mouvement.
3. Calculer la vitesse moyenne du vaisseau entre les positions 1 et 2.
4. Calculer sa vitesse moyenne entre les positions 4 et 5, puis comparer les deux valeurs.

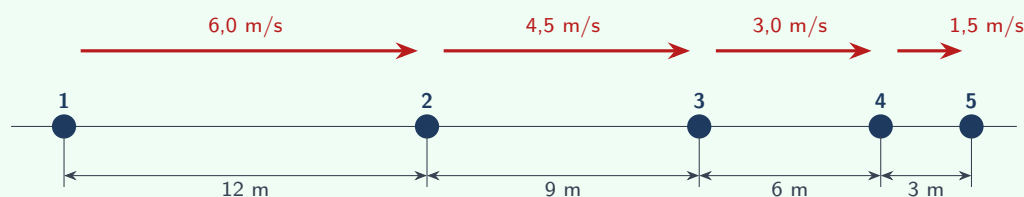
Correction de l'exercice 2-1

1. 1→2 : 12 m ; 2→3 : 9 m ; 3→4 : 6 m ; 4→5 : 3 m.

2. Les distances parcourues pendant une même durée diminuent : le vaisseau ralentit. Le mouvement est **rectiligne uniformément ralenti**, puisque les écarts diminuent régulièrement de 3 m.

3. $v_{1-2} = \frac{12}{2,0} = 6,0$ m/s.

4. $v_{4-5} = \frac{3}{2,0} = 1,5$ m/s : quatre fois moins. Le vaisseau a bien ralenti à l'approche de la station, ce qui est indispensable pour un amarrage.



Les écarts diminuent de 3 m à chaque intervalle → mouvement rectiligne ralenti

Les cinq positions relevées et les quatre vecteurs vitesse. Comme Δt est le même d'un relevé au suivant, la longueur de chaque flèche est proportionnelle à l'écart mesuré en dessous : les deux lectures donnent la même conclusion.

Exercice 2-2 — Mesurer la vitesse d'un mini-rover

Contexte : Sciences — démarche expérimentale

Pour tester un mini-rover, un groupe mesure cinq fois la durée nécessaire pour parcourir une piste rectiligne de 3,0 m.

Essai	1	2	3	4	5
Durée (s)	7,4	7,6	7,5	7,7	7,3

Méthode — Méthode

On calcule d'abord la durée moyenne des essais, puis $v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t_{\text{moy}}}$.

1. Calculer la durée moyenne des cinq essais.
2. En déduire la vitesse moyenne du rover en m/s, puis en km/h.
3. Calculer l'écart entre la durée la plus longue et la plus courte. Pourquoi est-il utile de répéter la mesure ?
4. À la même vitesse, quelle durée faut-il prévoir pour parcourir 12 m ?

Correction de l'exercice 2-2

1. $\Delta t_{\text{moy}} = \frac{7,4 + 7,6 + 7,5 + 7,7 + 7,3}{5} = \frac{37,5}{5} = 7,5 \text{ s.}$
2. $v_{\text{moy}} = \frac{3,0}{7,5} = 0,40 \text{ m/s, soit } 0,40 \times 3,6 = 1,44 \text{ km/h.}$
3. $7,7 - 7,3 = 0,4 \text{ s.}$ Répéter la mesure limite l'influence du déclenchement du chronomètre, qui n'est jamais parfaitement synchronisé avec le départ : la moyenne des cinq essais est plus représentative qu'une mesure isolée.
4. $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{12}{0,40} = 30 \text{ s.}$

Exercice 2-3 — Mouvement du piston d'une pompe doseuse**Contexte : Énergie — circuit hydraulique**

Dans un circuit de traitement d'eau, le piston d'une pompe doseuse effectue $N = 180$ cycles par minute ; un cycle correspond à un aller-retour complet. La course du piston (aller simple) est $c = 4,0 \text{ cm} = 0,040 \text{ m}$.

Méthode

À chaque cycle, le piston fait un aller-retour complet, soit deux fois la course.

Distance par cycle : $d_{\text{cycle}} = 2 \times c$. Vitesse moyenne : $v_{\text{moy}} = d_{\text{cycle}} \times f$, où f est la fréquence en cycles par seconde.

1. Convertir $N = 180$ cycles/min en cycles par seconde (fréquence f).
2. Calculer la distance parcourue par le piston en un cycle.
3. Calculer la vitesse moyenne du piston sur un cycle.
4. Le piston s'arrête aux deux extrémités de sa course. Quelle est la nature de son mouvement sur un aller ?

Correction de l'exercice 2-3

1. $f = \frac{180}{60} = 3,0$ cycles/s.
2. $d_{\text{cycle}} = 2 \times 0,040 = 0,080 \text{ m}$, soit $8,0 \text{ cm}$.
3. $v_{\text{moy}} = 0,080 \times 3,0 = 0,24 \text{ m/s}$.
4. Sur un aller, le mouvement est **rectiligne, accéléré puis ralenti** : le piston part de l'arrêt, prend de la vitesse, puis ralentit jusqu'à s'immobiliser à l'autre extrémité avant de repartir en sens inverse. La valeur $0,24 \text{ m/s}$ n'est donc qu'une moyenne.

Exercice 2-4 — Chronophotographie d'un mouvement accéléré

Une balle roule et accélère. Des photos sont prises à intervalles $\Delta t = 0,05 \text{ s}$. Les distances entre positions consécutives sont :

Intervalle	1→2	2→3	3→4	4→5
Distance (cm)	2	4	6	8

1. Les distances sont-elles égales ? Quel type de mouvement cela indique-t-il ?
2. Calculer la vitesse sur chaque intervalle, en cm/s puis en m/s.
3. Les vitesses augmentent-elles de façon régulière ? Calculer les différences successives pour le vérifier.

Correction de l'exercice 2-4

1. Les distances augmentent (2, 4, 6, 8 cm) : le mouvement est **rectiligne accéléré**.

2.

Intervalle	Distance	Vitesse (cm/s)	Vitesse (m/s)
1→2	2 cm	$2/0,05 = 40$	0,40
2→3	4 cm	$4/0,05 = 80$	0,80
3→4	6 cm	$6/0,05 = 120$	1,20
4→5	8 cm	$8/0,05 = 160$	1,60

3. Différences : $80 - 40 = 40$; $120 - 80 = 40$; $160 - 120 = 40 \text{ cm/s}$. La vitesse augmente de 40 cm/s à chaque intervalle : l'accélération est **constante**, le mouvement est uniformément accéléré.

Exercice 2-5 — Tournée d'un technicien de maintenance
Contexte : Maintenance énergétique

Un technicien de maintenance de chaudières effectue trois trajets en une matinée.

Étape	Distance	Durée
1 — Agence → client A (chaufferie collective)	40 km	30 min
2 — Client A → client B (pavillon)	60 km	40 min
3 — Client B → agence	20 km	20 min

1. Calculer la vitesse moyenne de chaque étape, en km/h.
2. Calculer la distance totale et la durée totale du trajet.
3. Calculer la vitesse moyenne globale de la tournée.
4. Cette vitesse moyenne globale est-elle égale à la moyenne des trois vitesses ? Expliquer.

Correction de l'exercice 2-5

1. Étape 1 : $40 \div (30/60) = 80 \text{ km/h}$. Étape 2 : $60 \div (40/60) = 90 \text{ km/h}$. Étape 3 : $20 \div (20/60) = 60 \text{ km/h}$.
2. Distance totale = $40 + 60 + 20 = 120 \text{ km}$; durée totale = $30 + 40 + 20 = 90 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$.
3. $v_{\text{moy}} = \frac{120}{1,5} = 80 \text{ km/h}$.
4. La moyenne des trois vitesses vaut $\frac{80 + 90 + 60}{3} \approx 76,7 \text{ km/h}$, ce qui n'est pas la vitesse moyenne globale. Les trois étapes n'ont pas duré le même temps : on ne peut pas les compter à parts égales. Seule la définition $v = \frac{\text{distance totale}}{\text{durée totale}}$ est correcte.

Exercice 2-6 — Mesurer la fréquence de rotation d'un extracteur**Contexte : Maintenance — démarche expérimentale**

La plaque signalétique d'un extracteur d'atelier est illisible : impossible de savoir à quelle vitesse tourne son hélice. Un groupe d'élèves décide de la mesurer.

Leur protocole : coller une gommette de couleur sur une pale, puis filmer l'hélice avec un téléphone en mode ralenti, à **240 images par seconde**. En avançant image par image, ils constatent que la gommette revient à la même position toutes les **15 images**.

Rappel de cours

La **période** T est la durée d'un tour. La **fréquence de rotation** n est le nombre de tours par seconde : $n = \frac{1}{T}$, et $N(\text{tr/min}) = n \times 60$.

1. Expliquer pourquoi on ne peut pas compter les tours à l'œil nu, sans caméra.
2. Quelle durée s'écoule entre deux images consécutives de la vidéo ?
3. En déduire la période de rotation T de l'hélice, en secondes puis en millisecondes.
4. Calculer la fréquence de rotation n en tr/s, puis la vitesse de rotation N en tr/min.
5. L'hélice a un diamètre de 32 cm. Calculer la vitesse en bout de pale, en m/s puis en km/h.
6. Proposer une seconde méthode pour vérifier ce résultat, sans filmer. Indiquer ce qu'il faudrait mesurer et ce qu'il faudrait compter.

Correction de l'exercice 2-6

1. L'hélice fait une quinzaine de tours par seconde : l'œil ne distingue plus les pales, il ne voit qu'un disque flou. Compter des tours suppose de pouvoir repérer un passage, ce qui est impossible à cette vitesse. La caméra rapide étale le mouvement dans le temps et rend le comptage possible.

2. À 240 images par seconde, deux images consécutives sont séparées de $\frac{1}{240} \approx 0,00417 \text{ s}$, soit environ 4,2 ms.

3. Un tour correspond à 15 images, donc $T = \frac{15}{240} = 0,0625 \text{ s}$, soit 62,5 ms.

4. $n = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0625} = 16 \text{ tr/s}$, donc $N = 16 \times 60 = 960 \text{ tr/min}$.

5. $d = 32 \text{ cm} = 0,32 \text{ m}$, donc $v = \pi \times 0,32 \times 16 \approx 16,1 \text{ m/s}$, soit $16,1 \times 3,6 \approx 58 \text{ km/h}$ en bout de pale.

6. On peut **ralentir l'extracteur** s'il dispose d'un variateur, jusqu'à pouvoir suivre la gommette à l'œil, puis compter les tours pendant une durée mesurée au chronomètre — par exemple 30 s — et diviser. On mesure alors deux grandeurs : un **nombre de tours** et une **durée**. Sans variateur, un **tachymètre optique** donne directement la valeur : c'est l'appareil du technicien de maintenance.

Pourquoi compter sur plusieurs tours ? Mesurer un seul tour, c'est faire porter toute l'imprécision du chronomètre sur 62 millisecondes. En comptant 480 tours en 30 s, la même imprécision se répartit sur trente secondes : le résultat est bien plus sûr.

Exercice 2-7 — Roue de véhicule : rotation et distance parcourue

Un utilitaire de livraison a des pneus de diamètre $d = 60 \text{ cm}$. Il roule à $v = 50 \text{ km/h}$ en zone urbaine.

1. Convertir la vitesse en m/s.
2. Calculer la distance parcourue par la roue en un tour.
3. En déduire la fréquence de rotation des roues, en tr/s.
4. Combien de tours la roue effectue-t-elle sur un trajet de 5 km ?

Correction de l'exercice 2-7

1. $v = \frac{50}{3,6} \approx 13,9 \text{ m/s}$.
2. $C = \pi \times 0,60 \approx 1,885 \text{ m}$.
3. $n = \frac{13,9}{1,885} \approx 7,4 \text{ tr/s}$, soit environ 443 tr/min.
4. $N_{\text{tours}} = \frac{5\,000}{1,885} \approx 2\,653 \text{ tours}$. La roue fait donc plus de 2 600 tours pour 5 km : c'est ce comptage qui sert de base au compteur kilométrique (voir l'exercice 3-4).

Exercice 2-8 — Chronophotographie d'un freinage jusqu'à l'arrêt

Un véhicule freine en ligne droite sur une piste d'essai. Une caméra enregistre sa position toutes les $\Delta t = 0,4\text{ s}$, depuis le coup de frein jusqu'à l'immobilisation complète.

Position	1	2	3	4	5	6	7
Abscisse (m)	0	8,0	14,4	19,2	22,4	24,0	24,0

1. Calculer les six écarts entre positions successives.
2. Comment évoluent ces écarts ? En déduire la nature du mouvement. Que signifie le dernier écart ?
3. Calculer la vitesse sur chacun des cinq premiers intervalles, en m/s.
4. De combien la vitesse diminue-t-elle à chaque intervalle ? En déduire la durée totale du freinage.
5. Donner la vitesse du premier intervalle en km/h, puis la distance parcourue pendant tout le freinage.
6. Cette distance est-elle la *distance d'arrêt* du véhicule ? Expliquer.

Correction de l'exercice 2-8

1. $1 \rightarrow 2 : 8,0\text{ m}$; $2 \rightarrow 3 : 6,4\text{ m}$; $3 \rightarrow 4 : 4,8\text{ m}$; $4 \rightarrow 5 : 3,2\text{ m}$; $5 \rightarrow 6 : 1,6\text{ m}$; $6 \rightarrow 7 : 0\text{ m}$.
2. Les écarts **diminuent**, et toujours de la même quantité ($1,6\text{ m}$) : le mouvement est **rectiligne uniformément ralenti**. Le dernier écart est nul : entre les positions 6 et 7, le véhicule n'avance plus, il est **à l'arrêt**.
3. $\frac{8,0}{0,4} = 20\text{ m/s}$; $\frac{6,4}{0,4} = 16\text{ m/s}$; $\frac{4,8}{0,4} = 12\text{ m/s}$; $\frac{3,2}{0,4} = 8,0\text{ m/s}$; $\frac{1,6}{0,4} = 4,0\text{ m/s}$.
4. La vitesse perd $4,0\text{ m/s}$ à chaque intervalle de $0,4\text{ s}$, très régulièrement. Il faut cinq intervalles pour passer de 20 m/s à zéro : le freinage dure $5 \times 0,4 = 2,0\text{ s}$.
5. $20 \times 3,6 = 72\text{ km/h}$, ordre de grandeur de la vitesse au moment du coup de frein. Le véhicule est passé de l'abscisse 0 à l'abscisse 24,0 : il a parcouru $24,0\text{ m}$.
6. Non. Ces $24,0\text{ m}$ sont la **distance de freinage** : l'enregistrement commence quand les freins agissent déjà. La **distance d'arrêt** ajoute la distance parcourue pendant le **temps de réaction** du conducteur, soit environ 20 m de plus pour une seconde de réaction à 20 m/s . La distance d'arrêt réelle est donc proche de 44 m , presque le double.

Exercice 2-9 — Records de course à pied
Contexte : Sport — athlétisme

Voici les records du monde de course à pied, en valeurs approchées.

Distance	Temps record
100 m	9,58 s
400 m	43,0 s
1500 m	3 min 26 s
Marathon (42,195 km)	2 h 0 min 35 s

1. Calculer la vitesse moyenne de chaque record en m/s. Attention à bien convertir les durées en secondes.
2. Convertir chaque vitesse en km/h.
3. Pourquoi la vitesse moyenne du 100 m est-elle plus élevée que celle du marathon ?
4. Le sprinteur du 100 m a-t-il un mouvement uniforme ? Justifier.

Correction de l'exercice 2-9

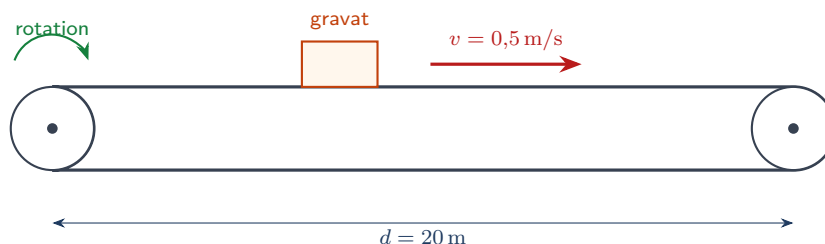
1. Durées en secondes : 9,58 s ; 43,0 s ; $3 \times 60 + 26 = 206$ s ; $2 \times 3600 + 35 = 7235$ s.

Distance	Durée (s)	Vitesse (m/s)
100 m	9,58	$100/9,58 \approx 10,4$
400 m	43,0	$400/43 \approx 9,3$
1500 m	206	$1\,500/206 \approx 7,3$
Marathon	7 235	$42\,195/7\,235 \approx 5,8$

2. 100 m : 37,5 km/h ; 400 m : 33,5 km/h ; 1500 m : 26,2 km/h ; marathon : 21,0 km/h.
3. Sur 100 m, le coureur fournit un effort maximal de très courte durée. Sur un marathon, il doit tenir plus de deux heures et gérer son énergie : sa vitesse moyenne est nécessairement plus faible.
4. Non. Le sprinteur est **accélééré** au départ (il part de l'arrêt), puis sensiblement **uniforme** au milieu de la course, puis légèrement **ralenti** sur les derniers mètres. La valeur 10,4 m/s est une vitesse **moyenne** : sa vitesse maximale est plus élevée (voir l'exercice 2-14).

Exercice 2-10 — Tapis convoyeur sur un chantier
Contexte : Bâtiment — chantier de rénovation

Un tapis convoyeur évacue les gravats depuis la zone de démolition jusqu'à la benne. La bande avance à vitesse constante $v = 0,5 \text{ m/s}$ et la distance entre les deux postes est $d = 20 \text{ m}$.



Le tambour tourne (mouvement circulaire) et entraîne la bande, qui avance en ligne droite (mouvement rectiligne). Sans glissement, un point du bord du tambour et le gravat posé sur la bande ont exactement la même vitesse : c'est ce qui relie les deux calculs de l'exercice.

1. Quel est le type de mouvement de la bande ? Justifier.
2. Calculer la durée de transport d'un gravat déposé à l'entrée de la bande.
3. Convertir la vitesse de la bande en km/h.
4. Le tambour d'entraînement a un diamètre $d_T = 30 \text{ cm}$. Calculer sa fréquence de rotation n , en tr/s.
5. En déduire la période de rotation T du tambour.

Correction de l'exercice 2-10

1. Mouvement **rectiligne uniforme** : la bande se déplace en ligne droite, à vitesse constante.
2. $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ s}$.
3. $v = 0,5 \times 3,6 = 1,8 \text{ km/h}$, soit trois fois moins vite qu'un piéton : c'est voulu, pour que les gravats ne soient pas éjectés.
4. De $v = \pi \times d_T \times n$ on tire $n = \frac{v}{\pi \times d_T} = \frac{0,5}{\pi \times 0,30} \approx 0,53 \text{ tr/s}$.
5. $T = \frac{1}{n} = \frac{1}{0,53} \approx 1,88 \text{ s}$: le tambour met un peu moins de deux secondes à faire un tour.

Exercice 2-11 — Mouvement de la Terre autour du Soleil

La Terre tourne autour du Soleil en environ 365 jours. La distance moyenne Terre-Soleil est $R = 150$ millions de kilomètres. On assimile la trajectoire à un cercle.

1. Dans quel référentiel étudie-t-on ce mouvement ? Quel est le type de trajectoire ?
2. Calculer la circonférence de l'orbite terrestre, en kilomètres.
3. Calculer la durée d'un tour en heures.
4. En déduire la vitesse moyenne de la Terre en km/h, puis en km/s.
5. Comparer cette vitesse à celle d'une balle de fusil, environ 1 km/s.

Correction de l'exercice 2-11

1. Référentiel **héliocentrique**, centré sur le Soleil. Trajectoire **circulaire** dans ce modèle (en réalité une ellipse très peu aplatie).
2. $C = 2\pi R = 2\pi \times 150 \times 10^6 \approx 942 \times 10^6$ km, soit environ 942 millions de kilomètres.
3. $\Delta t = 365 \times 24 = 8760$ h.
4. $v = \frac{942 \times 10^6}{8760} \approx 107\,500$ km/h, soit $\frac{107\,500}{3\,600} \approx 29,9$ km/s.
5. La Terre se déplace à environ 30 km/s, soit trente fois plus vite qu'une balle de fusil — et nous ne le sentons pas, parce que nous sommes emportés avec elle : dans le référentiel terrestre, nous sommes immobiles.

Exercice 2-12 — Éolienne : vitesse en bout de pale**Contexte : Énergie — production électrique**

Une éolienne fonctionne en régime stabilisé. Pour cet exercice, sa fiche technique fixe à 65 m/s la vitesse maximale admise en bout de pale.

Diamètre du rotor	60 m
Vitesse de rotation	18 tr/min
Vitesse maximale admise en bout de pale	65 m/s

1. Quelle est la trajectoire de l'extrémité d'une pale ? Le mouvement est-il uniforme ou varié ?
2. Calculer la fréquence de rotation en tr/s, puis la période de rotation.
3. Calculer la vitesse en bout de pale, en m/s puis en km/h.
4. Comparer la valeur obtenue à la limite fixée par la fiche technique.
5. Déterminer la vitesse de rotation maximale du rotor, en tr/min, pour respecter exactement la limite de 65 m/s.

Correction de l'exercice 2-12

1. L'extrémité d'une pale décrit un **cercle** autour de l'axe du rotor. La vitesse de rotation étant constante, le mouvement est **circulaire uniforme**.
2. $n = \frac{18}{60} = 0,30 \text{ tr/s}$ et $T = \frac{1}{0,30} \approx 3,33 \text{ s}$.
3. $v = \pi \times d \times n = \pi \times 60 \times 0,30 \approx 56,5 \text{ m/s}$, soit $56,5 \times 3,6 \approx 204 \text{ km/h}$.
4. $56,5 \text{ m/s} < 65 \text{ m/s}$: la limite est respectée, avec une marge d'environ 8,5 m/s.
5. $n_{\max} = \frac{65}{\pi \times 60} \approx 0,345 \text{ tr/s}$, donc $N_{\max} = 0,345 \times 60 \approx 20,7 \text{ tr/min}$. Il ne faut donc pas dépasser environ 21 tr/min : 18 et 21 tr/min paraissent voisins, mais sur un rotor de 60 m l'écart en bout de pale est de près de 30 km/h.

Exercice 2-13 — Nacelle élévatrice : tout dépend du référentiel
Contexte : Chantier — travail en hauteur

Sur un chantier de bardage, une nacelle élévatrice à mât vertical est utilisée en deux temps.

- **Phase 1 — la montée.** Le châssis est calé, freins serrés. Le panier, dans lequel se tient un opérateur, s'élève le long du mât et gagne 12 m de hauteur en 40 s.
- **Phase 2 — le déplacement.** Le panier est redescendu et replié. Le châssis roule alors en ligne droite, à vitesse constante de 1,5 m/s, jusqu'à la façade suivante. Ses roues, de diamètre $d = 50$ cm, tournent sans glisser.

Rappel de cours

Un objet n'est jamais « en mouvement » ou « immobile » dans l'absolu : il l'est **par rapport à un référentiel**, qu'il faut toujours préciser. Roue qui roule sans glisser : $v = \pi \times d \times n$, avec d en mètres et n en tr/s.

1. Phase 1 : décrire le mouvement du panier par rapport au sol, puis par rapport au mât. Quelle est sa trajectoire par rapport au sol ?
2. Phase 1 : calculer la vitesse moyenne de montée du panier, en m/s puis en km/h.
3. Phase 2 : décrire le mouvement du panier replié par rapport au châssis, puis par rapport au sol.
4. Phase 2 : calculer la fréquence de rotation des roues, en tr/s puis en tr/min, ainsi que leur période.
5. Le déplacement de la phase 2 dure 50 s. Calculer la distance parcourue, puis le nombre de tours effectués par une roue.
6. Un ouvrier au sol dit : « le panier est immobile ». L'opérateur dans le panier dit : « le panier bouge ». Expliquer comment les deux peuvent avoir raison.

Correction de l'exercice 2-13

1. Par rapport au **sol** (référentiel terrestre), le panier est **en mouvement** : il monte. Par rapport au **mât**, il est également **en mouvement**, puisqu'il coulisse le long de celui-ci. Sa trajectoire par rapport au sol est **rectiligne verticale**.

2. $v = \frac{12}{40} = 0,30$ m/s, soit $0,30 \times 3,6 = 1,08$ km/h : une allure volontairement très lente, bien plus faible que celle d'un piéton, car un mouvement brusque en hauteur serait dangereux.

3. Par rapport au **châssis**, le panier replié est **immobile** : il ne bouge plus par rapport à la machine qui le porte. Par rapport au **sol**, il est **en mouvement rectiligne uniforme** à 1,5 m/s, emporté par le châssis. Même objet, même instant : seule la réponse change, parce que le référentiel change.

4. $d = 50$ cm = 0,50 m, donc $n = \frac{v}{\pi \times d} = \frac{1,5}{\pi \times 0,50} \approx \frac{1,5}{1,571} \approx 0,95$ tr/s, soit $N \approx 57$ tr/min. Période : $T = \frac{1}{0,95} \approx 1,05$ s, la roue met environ une seconde à faire un tour.

5. Distance : $d = 1,5 \times 50 = 75$ m. Nombre de tours : $0,95 \times 50 \approx 48$ tours (on retrouve la même valeur avec $75 \div 1,571 \approx 47,7$).

6. Les deux ont raison parce qu'ils ne parlent pas du même référentiel. L'opérateur se compare au **sol** et à la façade, qu'il voit défiler : pour lui le panier bouge. L'ouvrier pense au panier **par rapport au châssis** : verrouillé sur la machine, il n'en bouge pas. Tant que le référentiel n'est pas précisé, la phrase « le panier est immobile » ne veut rien dire.

Exercice 2-14 — Un 100 mètres décomposé tous les 20 mètres
Contexte : Sport — athlétisme

Lors d'une finale de 100 m, des cellules photoélectriques enregistrent l'instant de passage du sprinteur tous les 20 m. Le chronomètre est déclenché au coup de pistolet.

Repère franchi	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m
Instant de passage (s)	2,90	4,70	6,35	7,95	9,60

1. Calculer la durée mise pour parcourir chacun des cinq tronçons de 20 m.
2. Calculer la vitesse moyenne sur chacun de ces cinq tronçons, en m/s (deux décimales).
3. Décrire l'évolution du mouvement du sprinteur au fil de la course, en distinguant les phases.
4. Calculer la vitesse moyenne sur l'ensemble des 100 m, en m/s puis en km/h.
5. Un spectateur calcule la moyenne des cinq vitesses de la question 2 et trouve 10,95 m/s. Comparer au résultat de la question 4 et expliquer l'écart.

Correction de l'exercice 2-14

1. On soustrait les instants successifs : 2,90 s ; $4,70 - 2,90 = 1,80$ s ; $6,35 - 4,70 = 1,65$ s ; $7,95 - 6,35 = 1,60$ s ; $9,60 - 7,95 = 1,65$ s.

2. Avec $d = 20$ m à chaque fois : $\frac{20}{2,90} \approx 6,90$; $\frac{20}{1,80} \approx 11,11$; $\frac{20}{1,65} \approx 12,12$; $\frac{20}{1,60} = 12,50$; $\frac{20}{1,65} \approx 12,12$ m/s.

3. Trois phases. Le sprinteur est d'abord nettement **accélééré** (de 6,90 à 12,12 m/s sur les 60 premiers mètres ; il part de l'arrêt, ce qui explique la faible vitesse du premier tronçon). Il atteint ensuite sa vitesse maximale et le mouvement devient **quasi uniforme** entre 60 et 80 m. Enfin il est très légèrement **ralenti** sur les 20 derniers mètres (12,50 puis 12,12 m/s).

4. $v = \frac{100}{9,60} \approx 10,42$ m/s, soit $10,42 \times 3,6 \approx 37,5$ km/h.

5. Les deux valeurs diffèrent : 10,42 contre 10,95 m/s. La moyenne des cinq vitesses **n'est pas** la vitesse moyenne, car les cinq tronçons n'ont pas duré le même temps. Le premier, le plus lent, est aussi celui qui a duré le plus longtemps (2,90 s sur 9,60, près d'un tiers de la course) : il pèse bien plus lourd que les autres. La seule définition correcte reste $v = \frac{\text{distance totale}}{\text{durée totale}}$.

Exercice 2-15 — La Lune tourne sur elle-même

On modélise la Lune par une sphère de diamètre $d = 3474$ km. Elle effectue un tour sur elle-même en $T = 27,3$ jours, durée presque égale à celle de son tour autour de la Terre.

1. Pour un observateur placé dans l'espace et centré sur la Lune, quelle est la trajectoire d'un point situé sur son équateur ? On suppose la rotation uniforme.
2. Convertir la période en heures, puis en secondes. En déduire la fréquence de rotation en tr/s.
3. Calculer la distance parcourue par un point de l'équateur en un tour, puis sa vitesse en km/h et en m/s.
4. Combien de tours la Lune effectue-t-elle sur elle-même en une année terrestre de 365,25 jours ?
5. Expliquer pourquoi la Lune présente toujours presque la même face à la Terre.

Correction de l'exercice 2-15

1. Le point décrit un **cercle** autour de l'axe de rotation de la Lune ; son mouvement est circulaire uniforme dans ce modèle.
2. $T = 27,3 \times 24 = 655,2$ h, puis $T = 655,2 \times 3600 = 2\,358\,720$ s. Donc $n = \frac{1}{T} \approx 4,24 \times 10^{-7}$ tr/s : une fréquence minuscule, la Lune tourne très lentement sur elle-même.
3. $C = \pi \times d = \pi \times 3474 \approx 10\,914$ km. Puis $v = \frac{10\,914}{655,2} \approx 16,7$ km/h, soit $\frac{16,7}{3,6} \approx 4,63$ m/s — à peine l'allure d'un coureur à pied.
4. $\frac{365,25}{27,3} \approx 13,4$: environ **13,4 tours** sur elle-même en une année terrestre.
5. Sa période de rotation sur elle-même est presque égale à sa période de révolution autour de la Terre. Pendant qu'elle fait un tour autour de la Terre, elle tourne aussi une fois sur elle-même : la même face reste donc orientée vers nous.