

Vitesse et mouvement

CHAPITRE 5



Esprit scientifique

Faire des chronophotographies !



Chronophotographie d'un saut à ski.

Course d'un homme.

Matériel

- ▶ Un smartphone connecté.
- ▶ Une application de chronophotographie.
- ▶ Un trépied pour smartphone.

Découvre la suite de l'expérience p. 133



Tournage d'une scène de cinéma. La perception des personnages filmés dépend du mouvement de la caméra et de son support.

Je sais déjà

1. Comment qualifie-t-on le mouvement d'un objet dont la trajectoire est un cercle ?

- a. circulaire.
- b. rectiligne.
- c. rond.

2. Quelle relation permet de calculer la vitesse moyenne d'un objet ayant parcouru une distance d durant une durée t ?

- a. $v = d + t$.
- b. $v = d \times t$.
- c. $v = \frac{d}{t}$.

3. Parmi les unités suivantes, lesquelles sont des unités de vitesse ?

- a. mm/s.
- b. m/s.
- c. km/s.
- d. km/h.

4. Que signifie l'expression « mouvement rectiligne » d'un objet ?

- a. la valeur de la vitesse de l'objet ne change pas.
- b. la direction de la vitesse de l'objet ne change pas.
- c. la valeur de la vitesse de l'objet change.

Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✓ Les trajectoires des mouvements simples
- ✓ Les mouvements rectilignes à vitesse constante et à vitesse variable

Au CYCLE 4, j'ai vu...

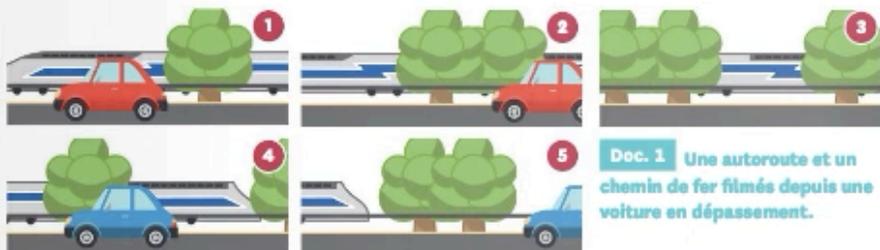
- ✓ L'interprétation des chronophotographies
- ✓ Les graphiques de vitesse instantanée
- ✓ La mesure des distances et des durées
- ✓ Les caractéristiques de la vitesse et la formule de la vitesse moyenne

Je vais apprendre à...

- ✓ Savoir si un objet est en mouvement ou au repos selon le référentiel utilisé
- ✓ Comparer des mouvements grâce à la chronophotographie
- ✓ Analyser un mouvement à travers différents types de graphiques

1 Immobilie et en mouvement. Est-ce possible ?

Le mouvement d'un objet est-il le même selon les points de vue ?



Doc. 1 Une autoroute et un chemin de fer filmés depuis une voiture en dépassement.



Doc. 2 L'astronaute Tracy Caldwell se repose dans la coupole de la station spatiale internationale, tout en faisant le tour de la Terre en 90 minutes selon une orbite circulaire.



Doc. 3 Dans une grande roue.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1** Les passagers du train voient-ils les voitures avancer ou reculer ? Explique ta réponse.
2. **Doc. 3** Pour leur ami qui les observe depuis le sol, quel est le mouvement des passagers d'une grande roue ?
3. **Doc. 1** À quelle vitesse la voiture depuis laquelle le cameraman a filmé devrait-elle rouler pour observer le véhicule bleu immobile ?
4. **Doc. 2** Indique le référentiel dans lequel Tracy Caldwell est au repos, puis celui dans lequel son mouvement est circulaire.

Synthèse

5. Tu es passager d'un train qui démarre. Que dois-tu faire pour rester à la même distance de quelqu'un qui est assis sur le quai de la gare ?

Vocabulaire

Un référentiel : objet par rapport auquel on repère la position d'un autre objet.

Le repos : immobilité (défini dans un référentiel).

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai déterminé si un objet était en mouvement par rapport à un autre.

2 Mouvement sur Terre ou dans l'espace : qu'est-ce qui change ?



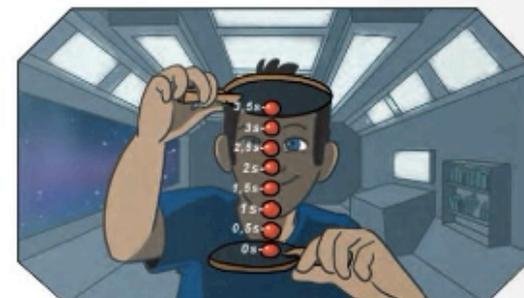
En 1961, Youri Gagarine devenait le premier homme à atteindre l'espace. Depuis, de nombreux astronautes lui ont succédé lors de séjours qui nécessitent un entraînement spécifique, tant les différences entre les mouvements sur Terre et dans l'espace sont grandes.

Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, les caractéristiques du mouvement d'une balle lancée vers le haut sont-elles les mêmes sur Terre et dans la station spatiale ?

- 1,0 s
- 0,9 s
- 0,8 s
- 0,7 s
- 0,6 s
- 0,5 s
- 0,4 s
- 0,3 s

Doc. 1 Chronophotographie d'une balle lancée verticalement, vers le haut, sur Terre.



Doc. 2 Chronophotographie d'une balle lancée verticalement, vers le haut, dans la station spatiale internationale.

Recherche de données

2. **Doc. 1 et 2** Quels sont les intervalles de temps de chaque chronophotographie présentée ?

Analyse de données

3. **Doc. 2** Dans la station, propose une définition précise à l'expression « verticalement vers le haut ».
4. **Doc. 1 et 2** Indique dans chaque référentiel (station spatiale et Terre) si la vitesse de la balle change de direction.
5. **Doc. 1 et 2** Indique dans chaque référentiel (station spatiale et Terre) si la vitesse de la balle change de valeur et comment. Justifie tes réponses.

Conclusion

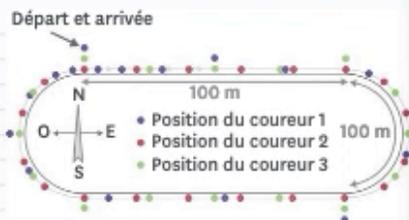
6. Dans quel cas le système « balle » a-t-il un mouvement rectiligne uniforme ?

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai identifié les points communs et les différences entre deux mouvements grâce à leur chronophotographie.

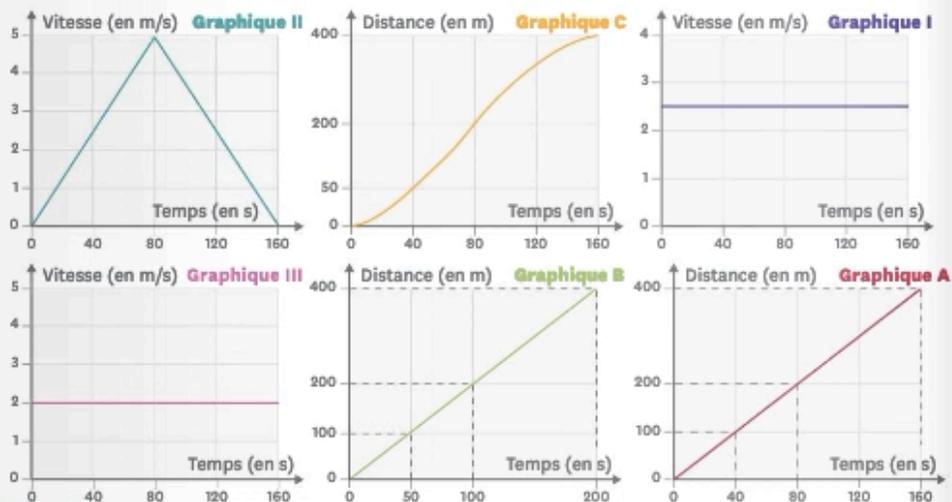
3 Comment retrouver les différentes données d'une compétition ?

En cours d'EPS, trois élèves comparent leurs performances sur le 400 m à pied à l'aide du GPS de leur smartphone. Ils peuvent alors connaître leurs positions, vitesses et distances parcourues au cours du temps. Après avoir imprimé leurs résultats, ils font tomber les feuilles qui se retrouvent toutes mélangées.



TA MISSION

Avec ton groupe, associe à chaque coureur la carte, le graphique « distance parcourue en fonction du temps » et le graphique « vitesse en fonction du temps » correspondants. Justifie par écrit les associations que vous proposez.



Doc. 1 Données relatives aux trois coureurs.

Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai associé le numéro de l'élève à l'un des graphiques A, B ou C.
- ✓ J'ai associé le numéro de l'élève à l'un des graphiques I, II ou III.
- ✓ J'ai clairement expliqué la stratégie de mon groupe.

4 Comment peut-on courir plus de 125 000 km à pied sans s'arrêter ?

Parmi les concurrents du marathon de Boston en 2007, l'un d'entre eux ne se trouvait pas dans les rues de la ville, mais dans l'espace...
L'astronaute Sunita Williams a couru les 42,195 km sur un tapis roulant, dans la station spatiale internationale.
Julie pense que l'astronaute a parcouru environ 125 000 km pendant la durée du marathon. Roméo lui répond qu'il pense qu'elle a parcouru exactement 42,195 km et Victor affirme qu'elle n'a pas parcouru le moindre millimètre !



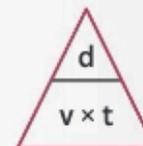
TA MISSION

Pour chaque point de vue, identifie le référentiel correspondant et vérifie la distance proposée.

Robert Cheruiyot (vainqueur masculin)	2 h 14 min 13 s
Lidiya Grigoryeva (vainqueur féminin)	2 h 29 min 18 s
Sunita Williams (astronaute)	4 h 24 min 00 s

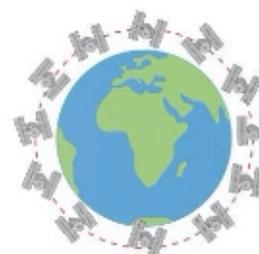
Doc. 1 Résultats du marathon de Boston.

L'écriture ci-contre rassemble les trois égalités qui expriment la relation entre vitesse v , durée t et distance d .



En cachant le symbole de la grandeur cherchée, on voit apparaître la combinaison des deux autres grandeurs à laquelle elle est égale.

Doc. 3 Une astuce mnémotechnique.



Doc. 2 Trajectoire de la station spatiale internationale.

La station spatiale internationale effectue un tour de la Terre selon une trajectoire circulaire en 90 minutes. À cette occasion, elle parcourt 42 725 km.

L'illustration montre différentes positions de la station spatiale internationale autour de la Terre.

Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai identifié trois points de vue et les référentiels correspondants.
- ✓ J'ai retrouvé par le calcul la distance d'environ 125 000 km qu'a courue Sunita Williams.

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Notion de référentiel

- En mécanique, un système dont on étudie le mouvement est appelé un mobile.
- L'objet par rapport auquel on repère la position d'un mobile est appelé un **référentiel**.
- Dans une description exacte du mouvement d'un mobile, le référentiel d'étude est précisé.
- La trajectoire d'un mobile dépend du référentiel choisi.

2 Nature du mouvement et référentiel

- Si dans le référentiel choisi :
 - la trajectoire d'un mobile est une droite, alors son mouvement est rectiligne dans ce référentiel ;
 - la trajectoire d'un mobile est un cercle, alors son mouvement est circulaire dans ce référentiel ;
 - la valeur de la vitesse d'un mobile est constante, alors le mouvement est un mouvement uniforme dans ce référentiel.

3 Nature du mouvement et chronophotographie

- Lors d'un mouvement uniforme, la chronophotographie du mobile présente des positions successives toujours espacées de la même distance.
- Lors d'un mouvement non uniforme, la chronophotographie du mobile présente des positions successives espacées de distances différentes.
- Lors d'un mouvement uniforme, la distance parcourue par un mobile en une durée donnée est proportionnelle à la valeur de la vitesse.

4 Relation durée, distance, vitesse moyenne

- La vitesse moyenne d'un objet dépend du référentiel.
- Dans un référentiel donné, la vitesse moyenne v d'un mobile est liée à la distance totale d parcourue lors du mouvement et à la durée totale t de ce mouvement.
- La relation accepte trois formulations équivalentes :

$$v = \frac{d}{t} \quad t = \frac{d}{v} \quad d = v \times t$$
- L'écriture ci-contre permet de rassembler ces trois égalités. En cachant le symbole de la grandeur cherchée, on voit apparaître l'opération devant être faite avec les deux autres grandeurs.

L'essentiel !

Le mouvement d'un système dépend du référentiel dans lequel on l'observe.

Si la valeur de la vitesse d'un mobile est constante, alors son mouvement est uniforme.

Sur une chronophotographie, si les positions sont espacées régulièrement, alors le mouvement est uniforme.

$$\begin{array}{c} d \\ \triangle \\ v \times t \end{array}$$

Mot-clé

Référentiel : activité 1.

Je retiens par l'image

Exemple d'un mouvement rectiligne uniforme

t =	0 s	1 s	2 s	3 s	4 s	5 s
d =	0 m	25 m	50 m	75 m	100 m	125 m

Position de l'objet (ou du système) en fonction de la durée du parcours

Durée (en s)	Distance parcourue (en m)
0	0
1	25
2	50
3	75
4	100
5	125

Position en fonction de la durée



La distance parcourue est proportionnelle à la durée du parcours. Le coefficient de proportionnalité est la vitesse.

Vitesse de l'objet (ou du système) en fonction du temps

Temps (en s)	Vitesse (en m/s)
0	25
1	25
2	25
3	25
4	25
5	25

Vitesse en fonction du temps



La vitesse est constante au cours du temps.

Exemple d'un mouvement rectiligne non uniforme

t =	0 s	1 s	2 s	3 s	4 s	5 s
d =	0 m	2 m	8 m	18 m	32 m	50 m

Position de l'objet (ou du système) en fonction de la durée du parcours

Durée (en s)	Distance parcourue (en m)
0	0
1	2
2	8
3	18
4	32
5	50

Position en fonction de la durée



La distance parcourue n'est pas proportionnelle à la durée du parcours.

Vitesse de l'objet (ou du système) en fonction du temps

Temps (en s)	Vitesse (en m/s)
0	0
1	4
2	8
3	12
4	16
5	20

Vitesse en fonction du temps



La vitesse n'est pas constante.

Ce que je dois savoir faire

- ✓ Déterminer si un objet est en mouvement ou au repos selon le référentiel d'étude utilisé.
- ✓ Distinguer un mouvement uniforme d'un mouvement à vitesse variable dans une chronophotographie ou à travers des graphiques.
- ✓ Décrire la direction et le sens d'un mouvement.
- ✓ Utiliser la formule reliant la vitesse, le temps et la distance parcourue pour faire des calculs mais aussi pour analyser une chronophotographie.

Activités

1 4

2 3

3

3 4

Exercices

10 20 23 24

12 17 19

12 18 21 24

14 16 19 22

Je me TESTE

Je sais

1. Connaissant la vitesse moyenne v d'un objet, et la distance d qu'il a parcourue, je peux calculer la durée t du parcours grâce à la relation :

$$1. t = d \times v. \quad 3. t = v + d.$$

$$2. t = \frac{v}{d}. \quad 4. t = \frac{d}{v}.$$

2. Rectiligne ou circulaire, uniforme ou non ?

1. Relie les types de mouvements avec les conditions de la colonne de droite.

Mouvement rectiligne	• La direction est obligatoirement constante.
Mouvement circulaire	• La direction change au cours du mouvement.
Mouvement rectiligne uniforme	• Le sens est obligatoirement constant.
Mouvement circulaire uniforme	• Le sens peut changer.
	• La valeur de la vitesse est obligatoirement constante.
	• La valeur de la vitesse peut changer.

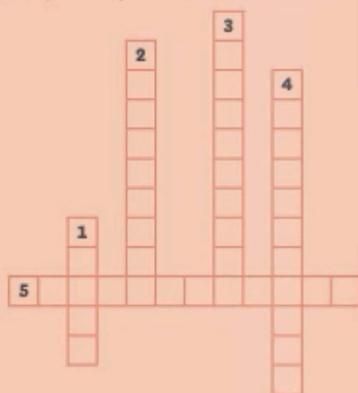
3. Une définition importante.

1. Rédige la définition d'un mouvement rectiligne

uniforme en utilisant les mots ou groupes de mots suivants :

Notions à utiliser : direction - sens - constant - vitesse - ne varie pas.

4. Complète la grille de mots-croisés.



Vertical :

- Il y en a deux pour une direction.
- Se dit d'un mouvement dont la vitesse ne varie pas.
- Peut être verticale ou horizontale.
- Se dit d'un mouvement dont la direction ne varie pas.

Horizontal :

- Point de vue d'un observateur, à préciser lors de l'étude d'un mouvement.

- la direction de son mouvement est vertical.
- le sens de son mouvement est vers le bas.
- le sens de son mouvement est vertical.

7. Si je cours avec une vitesse constante de 2,5 m/s sur une distance de 75 m, la durée de ma course est :

- 0,5 min.
- 30 s.
- 187,5 s.
- 0,0333 s.
- 0,0333 min.

Je sais faire

5. Assis dans un train qui démarre :

- je suis immobile par rapport au sol de la gare.
- je suis immobile par rapport au sol du train.
- je suis immobile par rapport au contrôleur qui s'approche de moi.
- je suis immobile par rapport à mon voisin de siège.

6. Si on lâche une balle d'une certaine hauteur :

- la direction de son mouvement est vers le bas.

Exercice CORRIGÉ

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

8. S'arrêter avant l'obstacle.

Un deux-roues roule à la vitesse constante de 90 km/h. Un obstacle apparaît devant mais il met 0,5 s avant d'actionner le frein. On donne ci-contre la chronophotographie de son mouvement par rapport au référentiel terrestre.



- Décris le plus précisément possible le mouvement du deux-roues durant la première phase en justifiant ta réponse.
- Calcule la distance en mètres parcourue par le deux-roues durant la phase 1.

Étapes de la méthode

- Pour décrire un mouvement, il faut indiquer la direction, le sens. Si la direction ne change pas, alors le mouvement est rectiligne.
- Il faut aussi préciser si la vitesse varie ou non. Si la vitesse est constante, le mouvement est uniforme. Les positions de l'objet sont alors régulièrement espacées sur une chronophotographie.
- Si la distance entre les positions successives augmente ou diminue, le mouvement n'est pas uniforme.
- Il faut repérer la grandeur dont la valeur doit être calculée et celles dont les valeurs sont données, puis en déduire la formule à utiliser à l'aide du triangle de la relation. Ici, on utilisera $d = v \times t$.
- On se rappelle que 1 km = 1 000 m et 1 h = 3 600 s.



Corrigé :

- Le mouvement du deux-roues durant la phase 1 est un mouvement rectiligne de direction horizontale, dont le sens est vers la droite et de vitesse constante car les positions successives sont régulièrement espacées. C'est donc un mouvement rectiligne uniforme.
- Je connais la durée (0,5 s) et la vitesse (90 km/h). Pour connaître la distance, j'utilise la formule : $d = v \times t$, avec t en seconde et la distance en m. Donc d doit être exprimée en m/s.
 Convertissons 90 km/h en m/s :
 - 90 km/h, signifie que l'on parcourt 90 km en 1 h ;
 - soit 90 000 m en 1 h ;
 - ou encore 90 000 m en 3 600 s.
 Ainsi en 1 s, on parcourt $\frac{90\,000}{3\,600} = 25$ m.
 donc 90 km/h = 25 m/s.
 Je peux appliquer la formule : la distance est donc $25 \times 0,5$, soit 12,5 m.
 La distance parcourue durant la phase 1 est de 12,5 m.

Exercice similaire

9. Quelle distance pour réagir ?

Un obstacle apparaît sur la trajectoire d'un motard. Le conducteur a besoin de 0,7 seconde pour actionner les freins.



- Décris le plus précisément possible le mouvement de la moto durant la phase 2.
- Calcule la distance parcourue durant la phase 1 si le motard roule à 50 km/h.

Je m'ENTRAÎNE

10 Au centre commercial.

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Dans un centre commercial, l'escalator fait monter les clients au niveau supérieur. Amandine reste sur l'une des marches de l'escalator, alors que son petit frère s'amuse à descendre les marches de cet escalator. Au même moment, elle aperçoit sa mère qui les attend au niveau supérieur.

1. Complète le tableau suivant avec les termes « immobile » et « en mouvement ».

Personnage	Amandine	le petit frère d'Amandine	la mère d'Amandine
Par rapport au sol			
Par rapport à Amandine			
Par rapport au petit frère d'Amandine			
Par rapport à la mère d'Amandine			

11 Des records impressionnants.

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

Le tableau ci-dessous présente les principaux records du monde d'athlétisme.

Athlète ou équipe	Date	Distance	Temps
Usain Bolt	2009	100 m	9,58 s
Usain Bolt	2009	200 m	19,19 s
Michael Johnson	1999	400 m	43,18 s
Équipe de la Jamaïque	2012	relais 4 × 100 m	36,84 s
Équipe de la Jamaïque	2014	relais 4 × 200 m	1 min 18 s

- Classe ces records par vitesse moyenne croissante.
- Calcule en km/h la vitesse moyenne d'Usain Bolt lors de son record sur 100 m.

12 Décrire un mouvement.

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

À partir des positions toutes les 10 secondes de trois élèves effectuant une course (voir l'image 1 p. 118), recopie et complète les phrases suivantes.

- Le mouvement de l'élève 1 de 0 à 50 s est un mouvement de direction ..., de sens vers ... et dont la valeur de la vitesse est ...
- Le mouvement de l'élève 2 de ... à ... s est un mouvement de direction Ouest-Est, de sens vers l'Est et dont la valeur de la vitesse est constante. Le mouvement de l'élève 2 entre ... s et ... s est un mouvement dont la direction change mais la valeur de la vitesse reste la même.
- Le mouvement de l'élève 3 entre ... s et ... s est un mouvement de direction Ouest-Est, de sens vers l'Ouest et dont la valeur de la vitesse ne change pas.

13 La vitesse de différents véhicules.

Le tableau ci-dessous donne les vitesses maximales de différents véhicules. Mais les valeurs de la colonne de gauche ne correspondent pas à celles de droite.

Véhicule	Vitesse maximale
a. TGV	1. 1 070 km/h
b. Fusée Ariane 5	2. 1 925 km/h
c. Avion de chasse Rafale	3. 320 km/h
d. Avion de ligne Boeing 747	4. 17,2 km/s

- Associe chaque vitesse maximale au véhicule correspondant.
- Un véhicule est dit « supersonique » si sa vitesse dépasse la vitesse du son dans l'air. Quels véhicules peuvent être supersoniques ?

14 Un record de vitesse.

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Lors d'un championnat du monde de course d'escargots en 2006, dans le comté de Congham au Royaume-Uni, le record du monde a été établi par l'un des participants : 2,75 mm/s.

- Calcule les distances que cet escargot aurait parcourues en 20 min, puis en 1 h, s'il avait maintenu une vitesse constante.

15 Hyperloop.

Hyperloop est un projet de recherche sur un nouveau mode de transport, en plus des bateaux, des avions, des voitures et des trains. Il s'agit d'un tube reliant deux villes qui permettrait à des capsules de voyager à 1 102 km/h en moyenne. Le tube serait vidé d'une partie de l'air pour diminuer les frottements.

- Calcule la durée du trajet en hyperloop entre Paris et Lyon (480 km).
- Compare cette durée à celle du trajet effectué par un avion sur la même distance (vitesse moyenne 885 km/h).

Une NOTION, trois EXERCICES

DIFFÉRENCIATION

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

16 Calculer des durées de parcours.

Vous roulez encore trop vite...

- Donne la distance du trajet Paris-Rouen.
- Rappelle la formule qui permet de calculer la durée d'un trajet en connaissant la distance du trajet et la vitesse v .
- Calcule alors la durée en heures du trajet, connaissant la distance Paris-Rouen, pour une voiture roulant à 130 km/h.
- Calcule la durée en heures du trajet Paris-Rouen pour un automobiliste roulant à 140 km/h.
- Calcule l'écart entre les deux durées précédentes en heures.
- Convertis cet écart en minutes.
- Recommence ces six étapes pour le trajet Paris-Nancy.
- Explique en quelques phrases pourquoi l'image ci-contre permet de sensibiliser les automobilistes quant à leur décision de rouler plus vite.

Un gain de temps minime

En roulant à 140 km/h plutôt qu'à 130 km/h, vous gagnez...



Vous roulez juste un peu vite vous l'avez juste un peu tué.

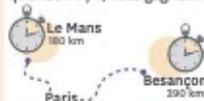
D'après une campagne de la sécurité routière

Vous roulez toujours trop vite...

- Calcule la durée en heures des trajets Paris-Le Mans et Paris-Besançon pour un automobiliste roulant à 130 km/h.
- Calcule la durée en heures, minutes et secondes des trajets Paris-Le Mans et Paris-Besançon pour un automobiliste roulant à 140 km/h.
- Calcule la différence de durée entre ces deux trajets en minutes.
- Explique en quelques phrases pourquoi l'image permet de sensibiliser les automobilistes quant aux conséquences éventuelles de leur décision de rouler plus vite.

Un gain de temps minime

En roulant à 140 km/h plutôt qu'à 130 km/h, vous gagnez...



Vous roulez juste un peu vite vous l'avez juste un peu tué.

D'après une campagne de la sécurité routière

Vous roulez juste un peu vite...

- Dans le but de sensibiliser les conducteurs au respect de la vitesse, une campagne d'affichage est mise en place.
- Complète la première affiche en indiquant le nombre de minutes gagnées en roulant à 140 km/h au lieu de 130 km/h pour les deux trajets présentés.
 - Explique pourquoi l'image permet de sensibiliser les automobilistes vis-à-vis des excès de vitesse.

Un gain de temps minime

En roulant à 140 km/h plutôt qu'à 130 km/h, vous gagnez...



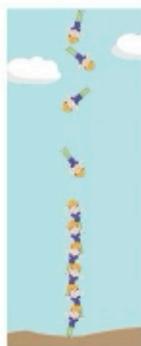
Vous roulez juste un peu vite vous l'avez juste un peu tué.

D'après une campagne de la sécurité routière

J' APPROFONDIS

17 Un challenge réussi.

Le 14 octobre 2012, l'Autrichien Felix Baumgartner atteint l'altitude de 39 376 m à l'aide d'un ballon d'hélium. À cette altitude, il se jette dans le vide et tombe vers le sol durant une chute libre de 4 min 19 s, parcourant ainsi 36 529 m. Durant cette phase, il atteint la vitesse de pointe de 1 357,6 km/h. Au bout d'un certain temps, il ouvre son parachute pour atterrir sain et sauf après une chute d'une durée totale de 9 min 3 s.



- Rajoute sur l'image les légendes suivantes : « départ du saut », « mouvement rectiligne uniforme », « mouvement rectiligne dont la valeur de la vitesse augmente », « ouverture du parachute ».
- Calcule la valeur de la vitesse moyenne de Felix Baumgartner en m/s durant la phase de chute libre.
- Convertis la valeur de la vitesse de pointe en m/s. Explique la différence entre cette valeur et la valeur de vitesse moyenne calculée à la question 2.
- Calcule la valeur de la vitesse moyenne de Felix Baumgartner en m/s durant la phase où son parachute est ouvert.
- Felix Baumgartner a-t-il dépassé la vitesse du son dans l'air ? Justifie ta réponse.

18 Un lancer en pleine lumière.

L'image représente un lancer de ballon. Le soleil étant au zénith, l'ombre du ballon se projette sur le sol.

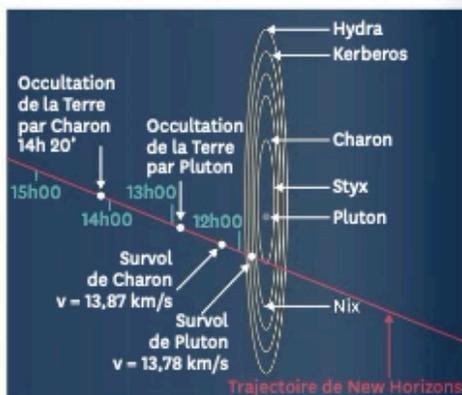


- La direction du mouvement du ballon change-t-elle au cours du temps ?
- Comment évolue la valeur de la vitesse du ballon au cours de ce lancer ?
- Décris le mouvement de l'ombre du ballon durant le lancer.

19 Une vitesse astronomique.

Le 14 juillet 2015, la sonde *New Horizons* survole la planète naine Pluton. L'infographie ci-dessous présente plusieurs informations relatives à ce survol.

- Précise la direction et le sens du mouvement rectiligne de la sonde.
- Le mouvement est-il uniforme ? Justifie ta réponse.
- Pour quelles raisons peut-on dire que la vitesse moyenne de la sonde lors de ce survol est d'environ 13,8 km/s ? Observe bien les données numériques de l'infographie.
- À l'aide de cette vitesse moyenne, calcule la distance parcourue en km par la sonde entre 11 h et 15 h ce 14 juillet 2015.



20 Un satellite géostationnaire.

Le satellite Météosat est situé à 36 000 km du sol terrestre au-dessus de l'Europe. Il parcourt son orbite circulaire à vitesse constante en 24 h par rapport au centre de la Terre.

- Sachant que le rayon de la Terre est de 6 400 km, quelle est la distance parcourue par le satellite en 24 h ?
- Calcule la vitesse en km/h du satellite par rapport au centre de la Terre.
- Quel est le mouvement de ce satellite par rapport au sol européen ? Justifie ta réponse.
- À partir de la réponse précédente, explique pourquoi Météosat est un satellite géostationnaire.

21 Des trajectoires bien compliquées.

Les images suivantes présentent des trajectoires de différents points. Associe les trajectoires aux différents mouvements décrits :

- mouvement du centre d'une roue de vélo (roulant à vitesse constante) par rapport au sol ;
- mouvement d'une valve de vélo par rapport au sol ;
- mouvement d'une valve de vélo par rapport au cadre du vélo ;
- mouvement de l'extrémité d'une pale d'un hélicoptère qui décolle par rapport au pilote de cet hélicoptère ;
- mouvement de l'extrémité d'une pale d'un hélicoptère qui décolle par rapport au sol ;
- mouvement de l'extrémité de l'aiguille des secondes d'une horloge par rapport au sol ;
- mouvement d'une petite fourmi parcourant à vitesse constante l'aiguille des secondes par rapport à l'aiguille des heures ;
- mouvement d'une petite fourmi parcourant à vitesse constante l'aiguille des secondes par rapport au sol.

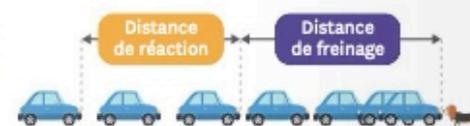


22 La collision aura-t-elle lieu ?

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Naomi roule à 50 km/h en voiture. Son temps de réaction est d'une seconde. Tout à coup, un chien surgit à 22 m devant elle.

- Convertis la vitesse de la voiture en m/s.
- La valeur de la vitesse change-t-elle avant que Naomi réagisse et actionne le frein ?
- Calcule alors la distance parcourue durant le temps de réaction. La distance de freinage de sa voiture est de 3,5 m pour une vitesse de 25 km/h. Mais on sait que la distance de freinage d'un véhicule est multipliée par quatre si la vitesse est doublée.
- Calcule la distance que mettra sa voiture pour freiner, distance appelée distance de freinage.
- Va-t-elle percuter le chien ? Justifie ta réponse.



Retrouvez d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

La collision d'un choc d'une voiture roulant à une certaine vitesse contre un obstacle fixe est comparée au choc d'une personne tombant d'un immeuble.

À partir des documents suivants, complète les phrases suivantes :
Une collision à 50 km/h revient à sauter du ... étage d'un immeuble.
Une collision à 90 km/h revient à sauter du ... étage d'un immeuble.

h en m	4,5	9	10	19	31
t en s	0,95	1,34	1,4	1,94	2,5
v en m/s	9,5	13,4	14	19,4	25

Doc. 1 Tableau donnant la hauteur h d'une chute libre en fonction de la durée t de la chute et de la vitesse v atteinte à cette hauteur.

La hauteur moyenne d'un étage est de 3 m.

23 Parachute ascensionnel.

■ COMPÉTENCE Interpréter des résultats

Durant leurs vacances, Alissa expérimente le parachutisme ascensionnel. Première phase : au départ, elle est sur la plage. Puis le bateau démarre. Deuxième phase : au bout d'un certain temps la corde se tend et, Alissa voit son parachute se gonfler et elle quitte le sol. Troisième phase : Alissa reste à une altitude constante alors que le bateau continue son trajet en ligne droite à vitesse constante.

1. Durant la première phase, explique pourquoi le mouvement du bateau n'est pas uniforme par rapport à Alissa.
2. Durant la seconde phase, pour quel référentiel le mouvement d'Alissa est un mouvement circulaire ?
3. Durant la troisième phase, décris le mouvement du bateau par rapport au sol.
4. Durant la troisième phase, quel est le mouvement du bateau par rapport à Alissa ?

5. Durant quelle(s) phase(s) Alissa est-elle immobile par rapport au sac contenant son parachute ?

24 Un hamster en liberté.

■ COMPÉTENCE Interpréter des résultats

Pour se défouler, les hamsters dans leur cage font régulièrement du sport en courant dans une roue. On peut aussi les sortir de leur cage et les mettre dans une balle translucide, pour qu'ils puissent explorer la maison en toute sécurité.

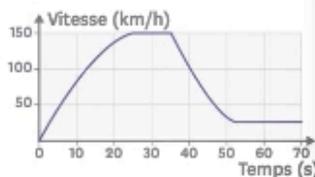
1. Quand il utilise la roue de sa cage, quel est le mouvement du hamster par rapport au sol ?
2. Quelle est la trajectoire d'un point situé sur le bord de la roue quand le hamster l'utilise dans sa cage ?
3. Quand il est dans sa balle translucide et court à vitesse constante, quel est le mouvement du hamster par rapport au sol ?
4. Dans ce cas, comment filmer ce hamster pour qu'il reste au centre de l'image ?

■ PARCOURS DE COMPÉTENCES ■

■ Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Le graphe ci-contre représente l'évolution de la vitesse d'un parachutiste au cours du temps lors du saut, depuis l'avion.

➤ À l'aide du graphique, que peux-tu dire sur la première partie du saut ? À quel instant le parachutiste ouvre-t-il son parachute ? Justifie ta réponse.



Niveau 1

Je repère les éléments en lien avec le thème étudié dans un tableau, un graphique, un diagramme ou un schéma.

Coup de pouce : Quelles sont les grandeurs et les unités de l'axe des abscisses et des ordonnées ?

Niveau 2

J'extrais une donnée d'un tableau, d'un graphique, d'un diagramme ou d'un schéma.

Coup de pouce : Quelle est la valeur de la vitesse à $t = 10$ s ?

Niveau 3

Je relie entre elles les informations extraites d'un tableau, d'un graphique ou d'un schéma.

Coup de pouce : Comment évolue la vitesse entre 0 s et 25 s ?

Niveau 4

J'interprète des tableaux, des graphiques, des diagrammes ou des schémas, en structurant mes arguments.

Coup de pouce : Lorsque le sauteur ouvre son parachute, explique comment sa vitesse évolue.



■ Interpréter des résultats et en tirer des conclusions

Je sais faire si :

- ✓ J'utilise des connaissances déjà acquises dans le même domaine que celui de l'expérience ou dans un autre domaine.
- ✓ Je peux visualiser le résultat de l'expérience, ou en faire une représentation simple et visuelle (schéma, courbe, etc.).
- ✓ Je peux analyser la signification d'une courbe et comprendre l'influence de la grandeur en abscisse sur celle en ordonnée. En particulier, je comprends que :
 - la seconde augmente ou diminue ou reste constante quand la première augmente ;
 - la variation de la seconde est proportionnelle à la variation de la première.
- ✓ J'utilise une règle connue ou je la déduis de l'expérience en généralisant mes résultats.
- ✓ Je propose une conclusion pertinente et liée à l'expérience et à ses résultats.

Un exercice pour S'ENTRAINER

Aide à la résolution

Mouvements relatifs.

En voiture à la campagne, un enfant mange une pomme et, puisque c'est biodégradable, décide de jeter le trognon par la fenêtre. Il ouvre cette dernière et le lâche.

Le petit reste de pomme semble soudain attiré vers l'arrière avant de rejoindre le sol.

1. Fais l'inventaire des interactions que subit le trognon au moment où l'enfant le lâche.
2. En te basant sur les observations faites, établis le caractère négligeable ou non négligeable de chacune de ces interactions.
3. Pour tracer ces deux trajectoires, il faut s'imaginer tour à tour observer le trognon de pomme depuis le bord de la route et depuis le siège de la voiture.

Questions

1. Quelle conclusion peux-tu tirer de cette observation ?
2. Trace la trajectoire du trognon :
 - a. par rapport au sol.
 - b. par rapport à la voiture.

Numérique

Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entraînement sur www.lelivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

Histoire des sciences

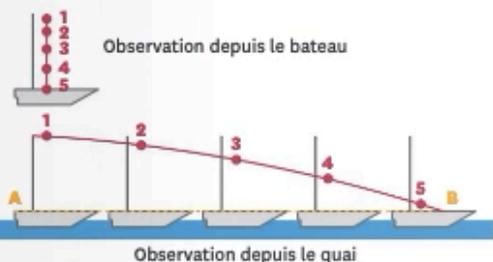
La relativité : naissance d'une théorie

On doit à Galilée le premier énoncé d'une constatation fondamentale au sujet des lois de la physique, aujourd'hui connue sous le nom de « principe de relativité ».

« Enfermez-vous avec un ami dans la cabine principale à l'intérieur d'un grand bateau et prenez avec vous des [...] petits animaux volants. [...] Suspendez une bouteille qui se vide goutte à goutte. [...] Avec le bateau à l'arrêt, observez [...] comment les petits animaux volent à des vitesses égales vers tous les côtés de la cabine. [...] Les gouttes tombent dans le récipient en dessous, [...] et si vous sautez à pieds joints, vous franchissez des distances égales dans toutes les directions. Lorsque vous aurez observé toutes ces choses [...], faites avancer le bateau [...]. Pour autant que la vitesse soit uniforme [...] et ne fluctue pas de part et d'autre, vous ne verrez pas le moindre changement dans aucun des effets mentionnés et [...] aucun d'eux ne vous permettra de dire si le bateau est en mouvement ou à l'arrêt ... »

D'après Galilée, *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, 1632.

Doc. 1 Galilée explique la notion de relativité.



Relativité selon le repère d'observation

Doc. 2 Relativité galiléenne : Y a-t-il un « vrai mouvement » ?

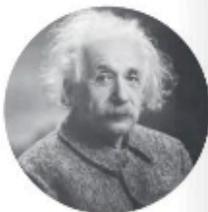
La relativité galiléenne permet de prévoir les mouvements perçus en fonction du référentiel d'étude. Par exemple, un mouvement à 5 km/h vers l'avant d'un train filant à 300 km/h est un mouvement à 305 km/h par rapport aux rails.

Mais à l'époque de Galilée, les mouvements étudiés ne mettent en jeu que des vitesses plutôt faibles, ce qui limite la physique développée à partir de ces observations. Au XIX^e, la lumière commence à intéresser les chercheurs, et en 1905 Einstein prédit avec justesse que les ondes électromagnétiques ne respectent pas la relativité de Galilée.

Doc. 3 De la relativité de Galilée à celle d'Einstein.



▲ Galilée (1564-1642).



▲ Albert Einstein (1879-1955).

Questions

1. D'après le texte de Galilée, penses-tu pouvoir déterminer si ton laboratoire est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, à partir du résultat de tes expériences ?
2. As-tu repéré avec quelle expression Galilée évoque le caractère rectiligne du mouvement du bateau ?
3. Einstein a énormément apporté à la connaissance scientifique. Fais des recherches pour identifier les avancées majeures qu'il a permises.

AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Mesurer la vitesse du bateau... pas si simple

Les skippers du Vendée Globe sont équipés de plusieurs instruments permettant la mesure de la vitesse du bateau, en particulier le loch-speedo et le capteur GPS.

Questions

1. As-tu bien compris pourquoi on peut mesurer deux vitesses différentes ?
2. Le poisson se laisse porter par le courant ; s'il pouvait mesurer la vitesse à laquelle le bateau le double, quelle valeur obtiendrait-il ?

Le loch-speedo est un capteur de vitesse qui permet de connaître la vitesse du bateau par rapport à l'eau. Le capteur GPS permet, lui, de déterminer la vitesse du bateau par rapport à la Terre.

Doc. 1 Deux manières de mesurer la vitesse d'un voilier.



Doc. 2 Mesure de la vitesse au speedo et au GPS.



Esprit scientifique

La Physique-Chimie au quotidien

Faire des chronophotographies !

Doc. 1 Chronophotographie de trois balles de tennis



Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel nécessaire p. 116.
- Installe une application en tapant le mot clé « chronophotographie ». Tu peux utiliser *Motion Shot* par exemple.
- Consulte la fiche méthode p. 250, fixe ton smartphone et fais ton enregistrement.
- Choisis la durée entre deux images pour optimiser le rendu.

Des questions à se poser :

1. Pourquoi le logiciel utilise-t-il des images séparées de la même durée pour assembler la chronophotographie ?
2. D'après ta chronophotographie, quelles sont les caractéristiques du mouvement que tu as enregistré ?

Explication scientifique

Avec un intervalle de temps constant, tu peux voir si la distance parcourue lors de cette durée change et savoir ainsi si la vitesse change. On peut décrire la trajectoire de l'objet et l'évolution de sa vitesse. Le *time-lapse* et le *slow-motion* permettent d'étudier des mouvements lents ou rapides.