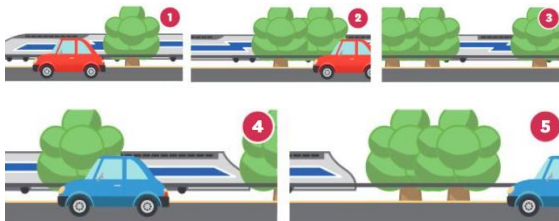


## CHAPITRE 5 : VITESSE ET MOUVEMENT

### I. Immobile et en mouvement, est-ce possible ?

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



#### 2. Depuis la station spatiale internationale.



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.

#### 3. Dans une grande roue.



#### Exploitation des informations

1. Les passagers du train voient-ils les voitures avancer ou reculer ? Explique ta réponse.
2. Pour leur ami qui les observe depuis le sol, quel est le mouvement des passagers d'une grande roue.

3. A quelle vitesse la voiture depuis laquelle le cameraman a filmé devrait-elle rouler pour observer le véhicule bleu immobile ?

4. Indique le référentiel dans lequel Tracy Caldwell est au repos, puis celui dans lequel son mouvement est circulaire.

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 :

- Référentiel : objet par rapport auquel on repère la position d'un autre objet.
- Le repos : immobilité dans un référentiel donné.

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

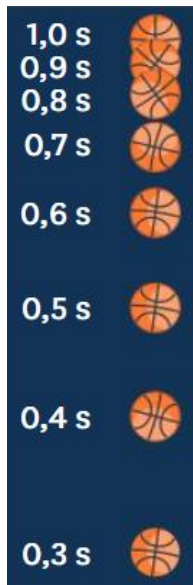


En 1961, Youri Gagarine devenait le premier homme à atteindre l'espace. Depuis, de nombreux astronautes lui ont succédé lors de séjours qui nécessitent un entraînement spécifique, tant les différences entre les mouvements sur Terre et dans l'espace sont grandes.

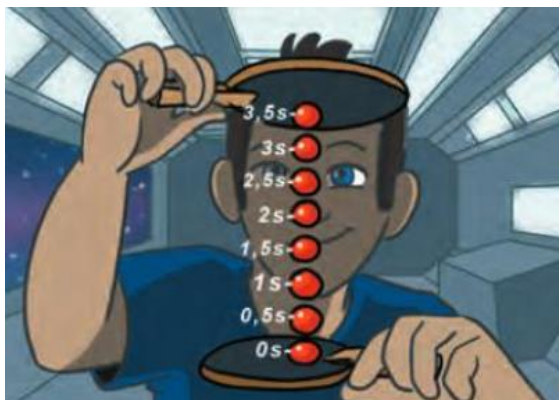
#### Formulation d'une hypothèse

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



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



Recherche d'informations

2. Quels sont les intervalles de temps de chaque chronophotographie présentée ?
3. Dans la station, propose une définition précise à l'expression « verticalement vers le haut ».
4. Indique dans chaque référentiel (station spatiale et Terre) si la vitesse de la balle change de direction.
5. Indique dans chaque référentiel (station spatiale et Terre) si la vitesse de la balle change de valeur et comment. Justifie ta réponse.
6. Dans quel cas le système « balle » a-t-il un mouvement rectiligne uniforme ?

## III. Bilan.

### 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 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 une 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.

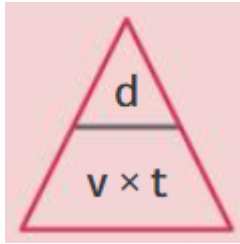
La vitesse moyenne d'un objet dépend du référentiel. Dans un référentiel donné, la vitesse moyenne  $v$  d'un mobile est liée à la distance totale  $d$  parcourue lors du mouvement et à la durée totale  $t$  de ce mouvement.

La relation accepte trois formulations équivalentes :

$$\boxed{v = \frac{d}{t}} ; \boxed{t = \frac{d}{v}} ; \boxed{d = v \times t}$$

- $v$  est la vitesse en mètres par seconde ( $m \cdot s^{-1}$ ) dans les unités du système international.

- $d$  est la distance parcourue en mètres ( $m$ ) dans les unités du système international.
- $t$  est la durée de parcours en secondes ( $s$ ) dans les unités du système international.



L'écriture ci-contre permet de rassembler ces trois égalités. En cachant le symbole de la grandeur cherchée, on voit apparaître l'opération.

## IV. Exercices

### Exercice n° 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 :

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

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

### Exercice n° 2

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.

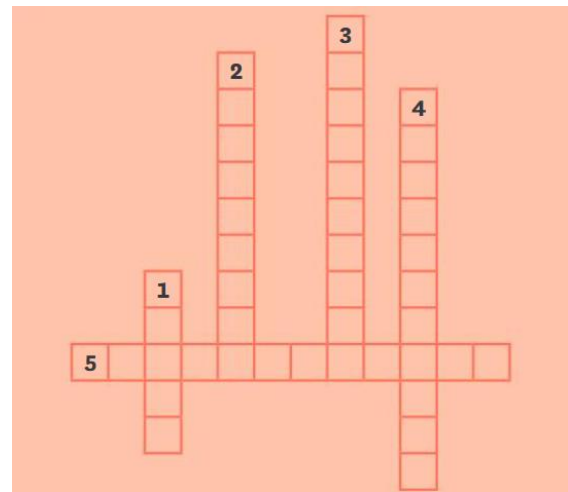
### Exercice n° 3

Rédige la définition d'un mouvement rectiligne uniforme en utilisant les mots ou groupes de mots suivants :

- Direction – sens – constant – Vitesse – Ne varie pas.

### Exercice n° 4

Complète la grille de mots-croisés :



**Vertical :**

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

**Horizontal :**

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

### Exercice n° 5



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

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

### Exercice n° 6

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			

### Exercice n° 7

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

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

### Exercice n° 8

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.

1. 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 ... .
2. 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.
3. 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.

### Exercice n° 9

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

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

### Exercice n° 10

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.

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

### Exercice n° 11

*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.

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

### Exercice n° 12

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.



1. 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 ».
2. Calcule la valeur de la vitesse moyenne de Felix Baumgartner en m/s durant la phase de chute libre.
3. 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.
4. Calcule la valeur de la vitesse moyenne de Felix Baumgartner en m/s durant la phase où son parachute est ouvert.
5. Felix Baumgartner a-t-il dépassé la vitesse du son dans l'air ? Justifie ta réponse.

### Exercice n° 13

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



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

## Exercice n° 7

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

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

$$1) v_{UB 2009} = \frac{100}{9,58} = 10,44 \text{ m/s}$$

$$v_{UB 2009_2} = \frac{200}{19,19} = 10,42 \text{ m/s}$$

$$v_{MJ} = \frac{400}{43,18} = 9,26 \text{ m/s.}$$

$$v_{\text{Éq. Jamaïque}} = \frac{4 \times 100}{36,84} = 10,86 \text{ m/s.}$$

$$v_{\text{Éq. Jamaïque}_2} = \frac{4 \times 200}{60 + 18} = 10,26 \text{ m/s.}$$

$$v_{MJ} < v_{\text{Éq. Jamaïque}_2} < v_{UB 2009_2} < v_{UB 2009} < v_{\text{Éq. Jam.}}$$

$$2) 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h.}$$

$$10,44 \text{ m/s} = \frac{10,44 \times 3,6}{1} \text{ km/h.}$$

$$v_{UB 2009} = 37,58 \text{ km/h.}$$

## Exercice n° 10

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.

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

$$v_{\text{Escargot}} = 2,75 \text{ mm/s.}$$

Distance parcourue en 20 min ?

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow d = v \times t.$$

$$\text{Ici: } d = 2,75 \times 1200 = 3300 \text{ mm.} \\ = 3,3 \text{ m}$$

$$t = 20 \text{ min} = \frac{20 \times 60}{1} \text{ s} = 1200 \text{ s.}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

L'escargot a parcouru 3,3 m en 20 min.

Distance parcourue en 1h ?

$$1 \text{ h} = 3 \times 20 \text{ min.}$$

$$\text{Donc } d_{\text{escargot}_{1\text{h}}} = 3 \times d_{\text{escargot}_{20\text{min}}}$$

$$= 3 \times 3,3 = 9,9 \text{ m.}$$

L'escargot a parcouru 9,9 m en 1h.

## Exercice n° 11

*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.

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

$$1) v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v}$$

$$t_{\text{Paris-Lyon}} = \frac{480}{1102} = 0,43 \text{ h} = 26 \text{ min.}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$0,43 \text{ h} = 26 \text{ min}$$

$$2) t_{\text{Avion}} = \frac{480}{885} = 0,54 \text{ h} = 32 \text{ min.}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$0,54 \text{ h} = \frac{0,54 \times 60}{1} \text{ min} = 32 \text{ min}$$

### Exercice n° 14

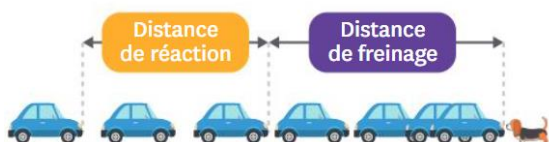
Le satellite Météosat est situé à 36 000 km du sol terrestre au-dessus de l'Europe. Il parcourt son orbite circulaire à vitesse constante en 24 h par rapport au centre de la Terre.

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

### Exercice n° 15

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.

1. Convertis la vitesse de la voiture en m/s.
2. La valeur de la vitesse change-t-elle avant que Naomi réagisse et actionne le frein ?
3. 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.
4. Calcule la distance que mettra sa voiture pour freiner, distance appelée distance de freinage.
5. Va-t-elle percuter le chien ? Justifie ta réponse.



### Exercice n° 16

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 ?

### Exercice n° 17

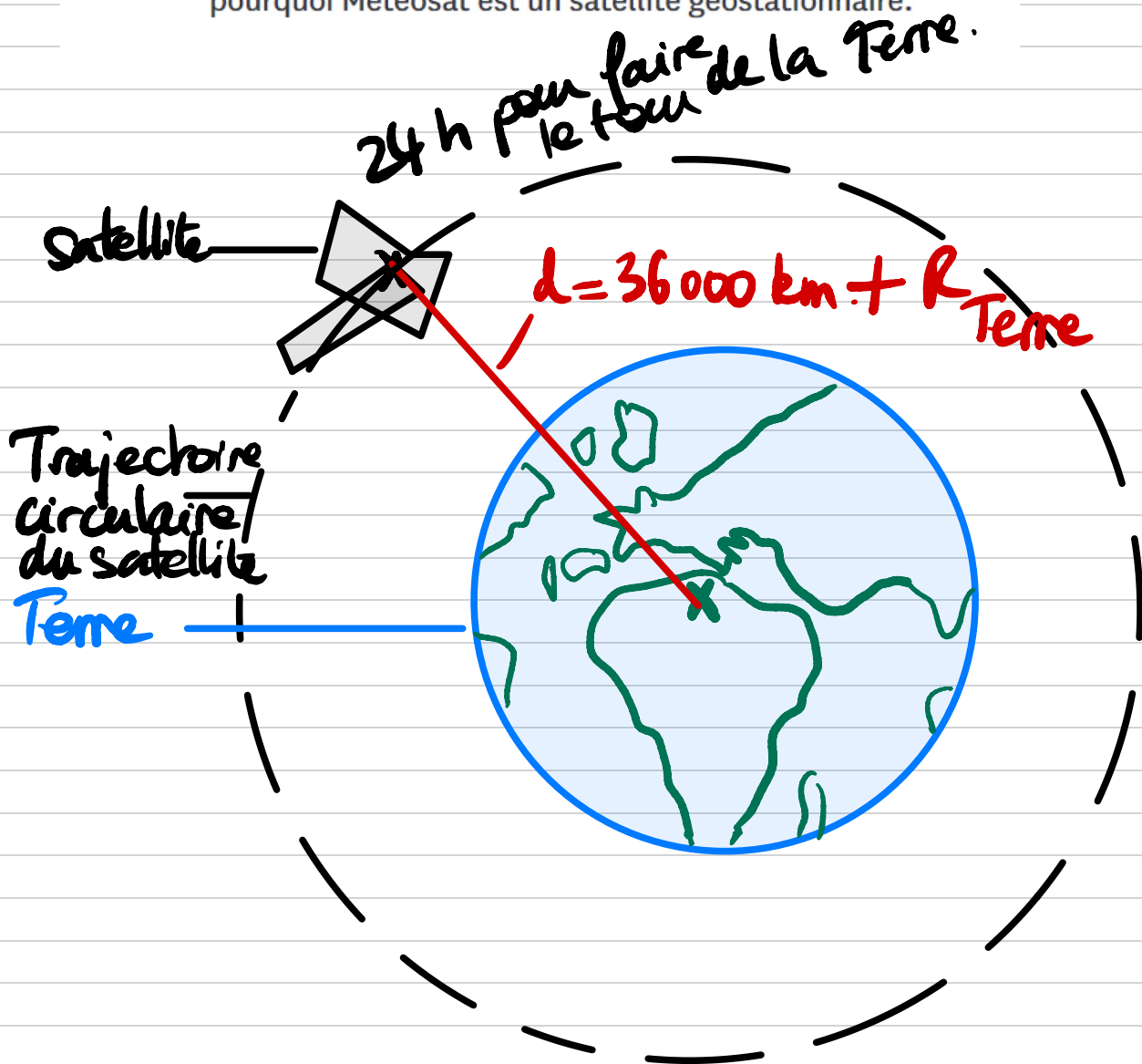
Pour se défouler, les hamsters dans leur cage font régulièrement du sport en courant dans une roue. On peut aussi les sortir de leur cage et les mettre dans une balle translucide, pour qu'ils puissent explorer la maison en toute sécurité.

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 ?

## Exercice n° 14

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.

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



1) Périmètre du cercle :  $P = 2\pi R_{\text{Terre}}$

$$P = 2\pi \times (6400 + 36000).$$

$$P = 266\,407 \text{ km}.$$

Le satellite parcourt 266 407 km en 24 h.

$$2) \quad v = \frac{d}{t} = \frac{266\,407}{24}$$

$$v_{\text{satellite}} = 11\,100 \text{ km/h}.$$

3) Le mouvement est circulaire uniforme.

↳ On considère que la vitesse est constante au cours du mouvement.

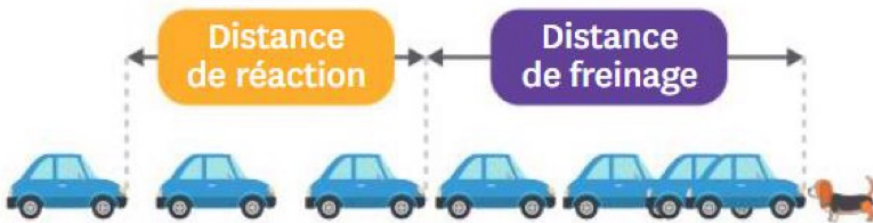
4) Le satellite Météosat est un satellite géostationnaire car il met 24h pour faire un tour entier autour de la Terre. De plus,

Son mouvement est circulaire uniforme.

### Exercice n° 15

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.

1. Convertis la vitesse de la voiture en m/s.
2. La valeur de la vitesse change-t-elle avant que Naomi réagisse et actionne le frein ?
3. 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.
4. Calcule la distance que mettra sa voiture pour freiner, distance appelée distance de freinage.
5. Va-t-elle percuter le chien ? Justifie ta réponse.



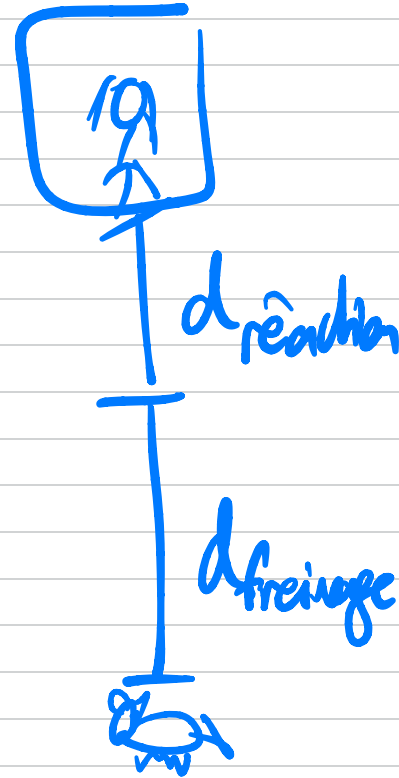
### Exercice n° 16

$$1) \quad 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h.}$$

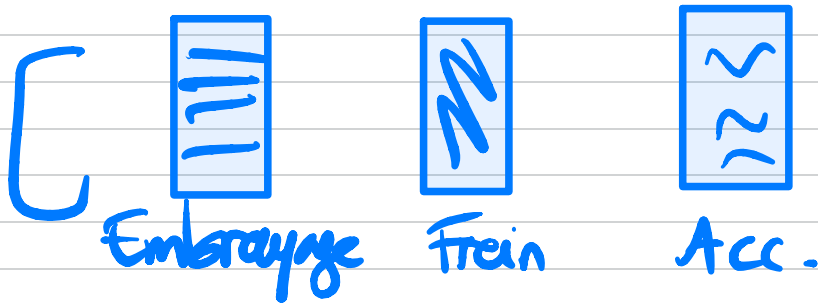
$$\frac{50 \times 1}{3,6} \text{ m/s} = 50 \text{ km/h.}$$

$$= 13,89 \text{ m/s.}$$

2) Oui, la vitesse de la voiture diminue



au moment où Naomi retirera son pied de la pédale d'accélération.



3) Temps de réaction etie humain : 1s.

$$v = 13,89 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$d = ?$$

$$d = v \times t = 13,89 \times 1 = 13,89 \text{ m.}$$

Donc elle parcourt 13,89 m suite à sa réaction.