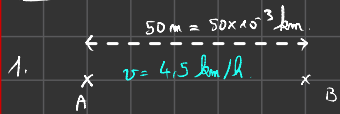


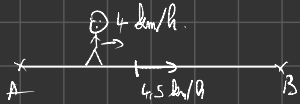
Exercice n°7



$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad ; \quad d = v \times \Delta t \quad ; \quad \Delta t = \frac{d}{v}$$

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{50 \times 10^{-3} \text{ km}}{4,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,011 \text{ h} \quad \times 3600 = 40 \text{ s}$$

2.



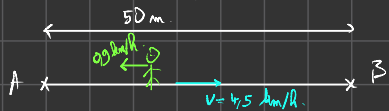
D'après la composition des vitesses,  $v = 4 + 4,5$  d. le cheval a un mouvement circulaire uniforme.

le chasseur a un mouvement rectiligne uniforme.

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{50 \times 10^{-3}}{8,5} = 0,0059 \text{ h} = 21 \text{ s}$$

$$3. \quad v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{50}{50} = 1,0 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

Car le tapis avance déjà à 4,5 km/h de par avance est donc marcher en sens inverse par rapport au tapis.  $\rightarrow$  une vitesse de  $4,5 - 3,6 = 0,9 \text{ km/h}$ .



Exercice n°9. 1) Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre.

2)  $\Delta t = 14 + 40 = 560 \text{ ms} = 0,56 \text{ s}$

3)

Exercice 10:

	immersé dans l'eau	montant sous l'eau 2,0	Sesimé 1,2 qu'on
	1	2	3
A	3	1	4
B	2	6	5

Exercice 11:

1. Les positions sont supposées dans le référentiel terrestre.

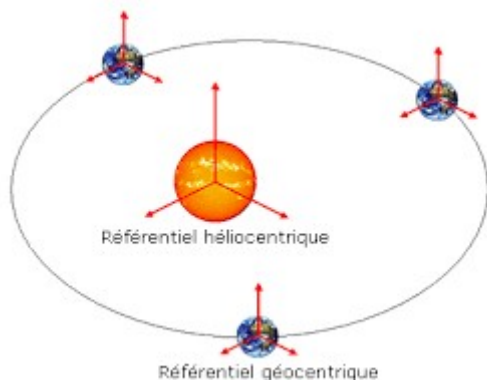
# Décrire un mouvement – Fiche de cours

## 1. Notion de référentiel

### a. Définition

Un référentiel est un objet par rapport auquel on étudie le mouvement d'un autre objet (système mécanique). Un référentiel est constitué :

- d'un corps de référence
- d'un repère mathématique
- d'une base de temps



### b. Quelques référentiels

Tout corps peut être choisi comme référentiel. Il existe toutefois des référentiels mieux adaptés en fonction de la situation étudiée.

#### - Le référentiel terrestre local

Il s'agit du référentiel constitué par la Terre (également appelé référentiel du laboratoire). Il est bien adapté pour l'étude des mouvements de courte durée sur la Terre.

#### - Le référentiel géocentrique

Il s'agit d'un référentiel fictif dont l'origine est le centre de la Terre. Ce référentiel est bien adapté pour l'étude du mouvement de la Lune ou de satellites de la Terre.

#### - Le référentiel héliocentrique

Il s'agit d'un référentiel fictif dont l'origine est le centre du Soleil. Ce référentiel est bien adapté pour l'étude du mouvement des planètes du système solaire.

## 2. Caractéristiques d'un mouvement

### a. Trajectoire

La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions occupées par ce point au cours du mouvement

### b. Trajectoires particulières

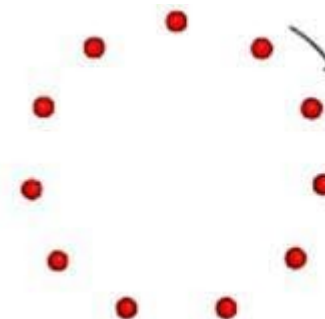
#### - Mouvement rectiligne

Si l'ensemble des positions successives d'un point mobile au cours d'un mouvement est une droite alors le mouvement est dit *rectiligne*.



#### - Mouvement circulaire

Si l'ensemble des positions successives d'un point mobile au cours d'un mouvement est un cercle alors le mouvement est dit *circulaire*.



### - Mouvement curviligne

Si l'ensemble des positions successives d'un point mobile au cours d'un mouvement est une courbe quelconque alors le mouvement est dit *curviligne*.



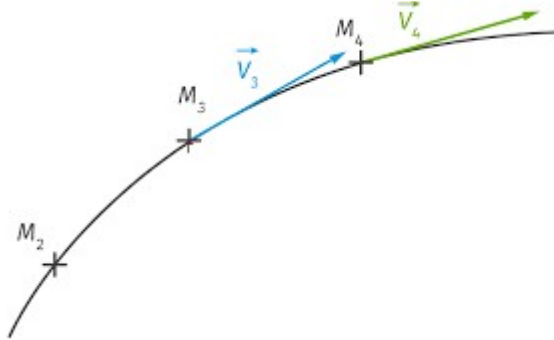
## c. Vecteur vitesse instantané

### - Définition

Le vecteur vitesse instantané entre les  $M_1$  et  $M_2$  séparés par un intervalle de temps  $\tau$  est défini par :

- direction tangente à la trajectoire
- dans le sens du mouvement

- norme  $v_1 = \frac{M_1 M_2}{\tau}$  (unité en  $m \cdot s^{-1}$ )



### - Variation du vecteur vitesse $\Delta \vec{v} = \vec{0}$

- si  $\vec{v} = cste$  alors le mouvement est rectiligne uniforme
- si  $\vec{v} \neq cste$  alors le mouvement n'est pas rectiligne uniforme

# Décrire un mouvement – Exercices - Devoirs

## Exercice 1 corrigé disponible

Une voiture circule à  $80 \text{ km.h}^{-1}$  sur une route rectiligne de campagne.

- Préciser dans quel référentiel on se place pour l'affirmer. *terrestre.*
- Préciser dans quel(s) référentiel(s):
  - Un siège de la voiture est immobile. *voiture.*
  - Un siège de la voiture est en mouvement. *terrestre.*
  - Une roue de la voiture est immobile. *elle-même.*
  - Une roue de la voiture est en mouvement. *voiture.*
  - Un arbre sur le bord de la route est immobile. *terrestre.*
  - Un arbre sur le bord de la route est en mouvement. *voiture.*
- Dans quel référentiel peut-on dire que :
  - La Terre est immobile. *terrestre*
  - La Terre tourne autour de l'axe de ses pôles. *géo-centrique.*
  - Le centre de la Terre tourne autour du Soleil. *hélio-centrique.*
- Convertir  $80 \text{ km.h}^{-1}$  dans les unités du système international.

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow{\div 3,6} \text{m/s} \quad \frac{80}{3,6} = 22,2 \text{ m/s}$$

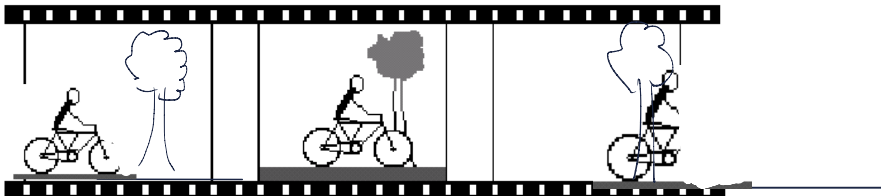
## Exercice 2 corrigé disponible

Christophe conduit une automobile à vitesse constante sur une portion d'autoroute rectiligne. Il parcourt 250m pendant une durée égale à 7,50s.

- Calculer la valeur de la vitesse de Christophe dans:
  - Le référentiel de l'automobile.  $v = \frac{0}{7,5} = 0 \text{ m/s.}$
  - Le référentiel terrestre.  $v = \frac{250}{7,5} = 33,3 \text{ m.s}^{-1}$
- Quelle est la trajectoire de Christophe dans chacun de ces deux référentiels? *terrestre : rectiligne. voiture : immobile.*
- En déduire la nature du mouvement de Christophe dans chaque référentiel. *terrestre : rectiligne uniforme / voiture : immobile.*

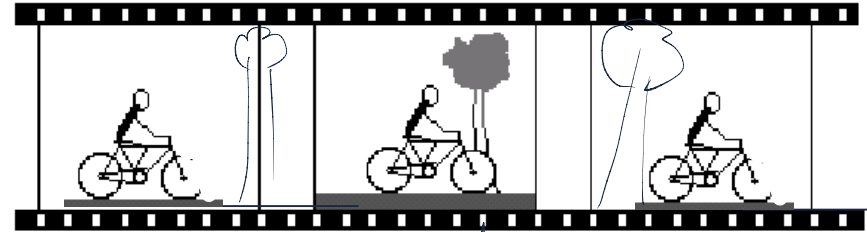
## Exercice 3 corrigé disponible

- Un spectateur filme une course cycliste. La caméra est fixée sur un trépied (posé sur le sol). On filme sans aucun mouvement de caméra ni changement de focale (zoom). Compléter sommairement les deux vues "instantanées" manquantes.



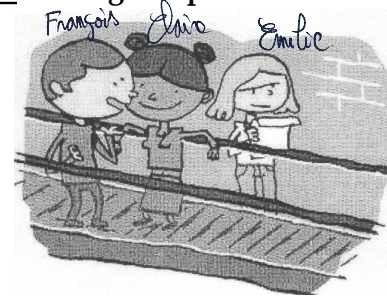
- Pour cette étude du mouvement le référentiel est *terrestre*.....

- Un reporter filme la course. Il est sur une moto roulant à la hauteur du cycliste. Compléter sommairement les deux vues "instantanées" manquantes.

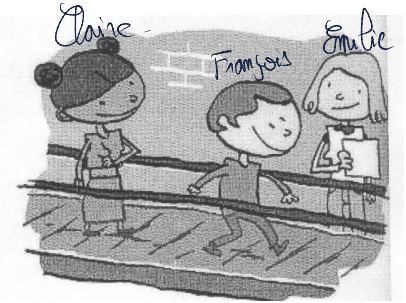


- Pour cette étude du mouvement le référentiel est *la moto*.....

## Exercice 4 corrigé disponible



1. François et Claire sont sur un tapis roulant qui avance de 0,8mètre par seconde. Ils passent devant Emilie qui observe un plan



2. François avance maintenant sur le tapis roulant dans le sens de la marche en faisant un pas par seconde. Chaque pas mesure 0,5m

### DOCUMENT 1

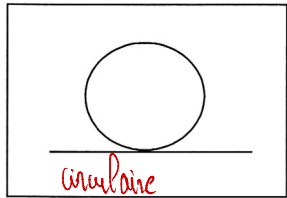
- François est-il en mouvement par rapport à Claire ? *NON*
- François est-il en mouvement par rapport à Emilie ? *OUI.*
- Emilie est-elle en mouvement par rapport à François ? *OUI.*
- Par rapport à quel observateur la vitesse du tapis roulant est-elle donnée ? *terrestre.*

### DOCUMENT 2

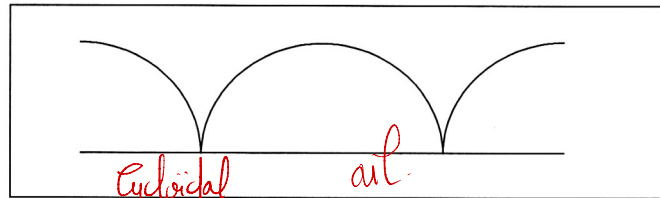
- Quelle est la vitesse de François par rapport à Claire ?  $0,8 \text{ m/s.}$
- Quelle est la vitesse de François par rapport à Emilie ?  $0,8 + 1 = 1,8 \text{ m/s.}$
- Quelle serait la vitesse de François par rapport à Emilie s'il marchait dans le sens inverse du mouvement du tapis ?  $0,8 - 0,5 = 0,3 \text{ m/s.}$

### Exercice 5 corrigé disponible

On considère une lampe rouge fixée sur la valve d'une roue de vélo. La lampe est suffisamment petite pour que l'on puisse la considérer comme ponctuelle. On observe le mouvement de la lampe quand la bicyclette roule à vitesse constante.



Doc n°1



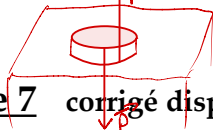
Doc n°2

- Comment s'appellent ces deux trajectoires ?
- Choisissez parmi les deux courbes ci-dessus la trajectoire décrite par la lampe si on la regarde :
  - En courant parallèlement au vélo, à la même vitesse que celui-ci. *Doc 1.*
  - En restant immobile sur le trottoir, en regardant passer le vélo. *Doc 2.*
- Définissez précisément la trajectoire d'un point. *la trajectoire est l'ensemble des points occupés par un système au cours du temps.*

### Exercice 6 corrigé disponible

Un mobile autoporteur est posé sur une table à coussin d'air, le coussin d'air est mis en marche.

- Le mobile ne possède pas de mouvement. Quelles sont les forces qui s'exercent sur lui et que peut-on en dire ? *P et F voir dessin : ces forces se compensent : P + F = 0.*
- On provoque le mouvement du mobile : une fois lâché, celui-ci décrit un mouvement rectiligne uniforme. *mouvement rectiligne uniforme donc ce sont les mêmes forces qui se compensent.* Quelles sont les forces qui s'exercent sur lui et que peut-on en dire ?
- Justifier vos réponses en citant un principe de la physique.



### Exercice 7 corrigé disponible

On considère un tapis roulant du métro dont la longueur est  $L=50\text{m}$  et qui avance à la vitesse  $v_1=4,5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

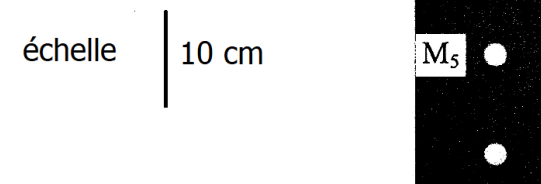
- Un voyageur utilise le tapis roulant en restant immobile par rapport au tapis. Quel temps mettra t-il pour effectuer le trajet ?
- Un autre voyageur marche à la vitesse  $v_2=4,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  dans le même sens que le tapis. Quelle est la durée de son trajet ?
- A quelle vitesse doit-il se déplacer, par rapport au tapis, pour effectuer un trajet de 50s ?

### Exercice 8 corrigé disponible

- Pour chaque affirmation écrire **VRAI** ou **FAUX** dans le cadre à côté de l'affirmation. Réponse **JUSTE**: + 0,5 point Réponse **FAUSSE** : - 0,5 point Pas de réponse: 0 point
- AUCUNE JUSTIFICATION N'EST DEMANDEE.**

- Un objet qui parcourt des distances égales pendant des durées égales a un mouvement uniforme.
- La Terre est en mouvement dans un référentiel terrestre.
- La Terre est en mouvement dans le référentiel géocentrique.
- Un objet parcourt 200 km en 2 h 30 min. Sa vitesse moyenne est supérieure à  $100\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .
- La vitesse moyenne de l'objet précédent est d'environ  $22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- L'image ci-contre montre la chronophotographie de la chute d'une balle. Entre chaque image de la balle il s'écoule une durée  $\tau = 25\text{ms}$ .
- Le mouvement de la balle est rectiligne et uniforme.



- La vitesse instantanée au point  $M_5$  s'écrit  $v_5 = \frac{M_5 M_6}{\tau}$
- $v_5 = 0,43\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $v_5 = 4,3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $v_5 = 16\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$

## Exercice 9

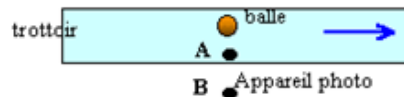
On étudie le mouvement d'une balle de tennis lâchée par un cycliste roulant à vitesse constante en ligne droite. On obtient la chronophotographie ci-dessous ; les photos ont été prises toutes les 40 ms. La largeur intérieure du but de handball est de 3,12 m. On numérote les positions de la balle de 1 à 15 (on ne prend pas en compte la position 16, intervenant après un rebond de la balle).

1. Quel est le référentiel d'étude ?
2. Calculer la durée de la chute de la balle entre les positions 1 à 15 en seconde.
3. A l'aide d'un fil placé sur la trajectoire du document ci-dessous on a mesuré la distance entre les positions 1 et 15 égale à  $L = 6,8$  cm. En utilisant l'échelle de la chronophotographie, calculer la distance réelle parcourue par la balle au cours de sa chute.
4. En déduire la vitesse moyenne de la balle en m/s au cours de sa chute.



## Exercice 10

Un trottoir roulant horizontal se déplace à vitesse constante  $v = 1,2$  m/s. Hector a pris le trottoir roulant et, à mi-parcours, il lâche une balle de tennis, verticalement et sans vitesse. Bérénice a photographié la chute de la balle en se plaçant à deux endroits : sur le sol à l'extérieur du trottoir roulant (B) ou sur le trottoir roulant (A).



Hector a effectué plusieurs fois cette expérience :

- en se tenant immobile par rapport au trottoir roulant
- en marchant dans le sens du trottoir à vitesse constante  $v_1 = 2,0$  m/s par rapport au quai
- en marchant dans le sens inverse du trottoir à vitesse constante  $v_2 = 1,2$  m/s par rapport au quai.

Toutes ces expériences ont été photographiées à 2 endroits différents A et B.

Bérénice a pris les photos en pose et sans se déplacer par rapport à la Terre ou par rapport au trottoir roulant.

Les photos ont été développées. Hector et Bérénice se sont alors aperçus qu'ils n'ont pas noté l'ordre des expériences, ni les conditions exactes des expériences.

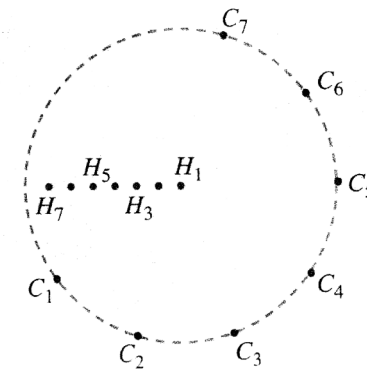


Pour chaque photo :

- a. Retrouver la position de l'appareil photo
- b. Citer le référentiel de l'appareil photo
- c. Indiquer l'expérience effectuée par Hector.

## Exercice 11

- Le document ci-dessous schématise la piste d'un cirque avec les positions successives  $C_i$  occupées par un point C d'un cheval et les positions correspondantes  $H_i$  du point H d'un dresseur. Les positions sont repérées à intervalle de temps consécutifs égaux.

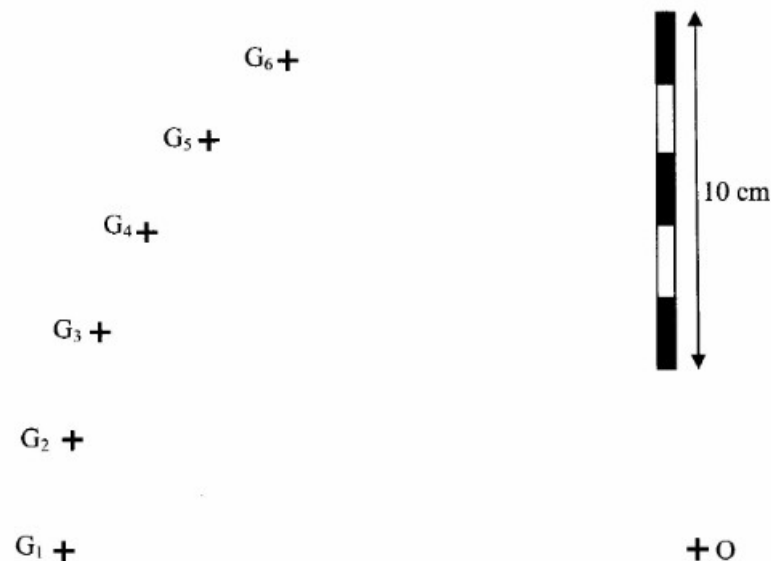


- 1) Dans quel référentiel sont repérées ces positions ?
- 2) Caractériser les mouvements du point C et du point H dans ce référentiel.
- 3) A l'aide de 1/4 de feuille de papier calque dessiner la trajectoire du point C par rapport au dresseur.
- 4) Le mouvement de C par rapport au dresseur est-il circulaire ? uniforme ? Justifier.

## Exercice 12

Dans le référentiel terrestre, un mobile autoporteur, placé sur une table parfaitement horizontale, est attaché par un fil à un point fixe noté O. On rappelle qu'un mobile autoporteur évolue sur un coussin d'air supprimant les frottements et est muni d'un dispositif qui produit des étincelles à intervalles de temps réguliers (ici  $\Delta t = 40 \text{ ms}$ ) ce qui permet de repérer les positions de son centre d'inertie sur une feuille de papier. Les points où la feuille de papier a été localement brûlée par l'étincelage sont repérés par des petites croix sur le document page suivante.

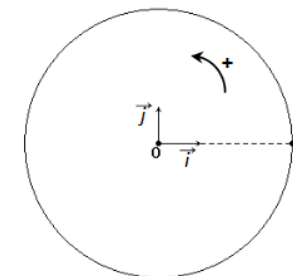
1. Quelle est la nature de la trajectoire du centre d'inertie du mobile autoporteur ?
2. Déterminer l'échelle spatiale du document.
3. Calculer la valeur de la vitesse instantanée aux points  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_4$  et  $G_5$ .
4. Représenter les vecteurs vitesse en ces points avec l'échelle  $1,0 \text{ cm}$  pour  $0,25 \text{ m.s}^{-1}$ .
5. Caractériser et représenter (échelle  $1,0 \text{ cm}$  pour  $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ ) le vecteur accélération  $\vec{a}(t_3)$  au point  $G_3$ .
6. Quelle est la nature du mouvement ?



## Exercice 13

Un disque de centre O de rayon  $R=6\text{m}$  tourne autour de son axe central de  $15^\circ$  à chaque seconde.

- 1) Une mouche se tient immobile en A sur le disque. Quelle est sa trajectoire dans le référentiel du disque? Dans le référentiel terrestre?
  - 2) La mouche se met à marcher le long de la ligne OA sur le disque. Sa progression est régulière et la fait avancer sur le disque de  $0,3 \text{ m}$  par seconde vers le point O.
    - a) Tracer dans un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  associé au disque et pointer à chaque seconde la position de la mouche. Quel est son mouvement dans le repère?
    - b) Tracer un repère  $(O, \vec{i}', \vec{j}')$  et pointer à chaque seconde la position de la mouche par rapport au sol? Quel est alors son mouvement dans le référentiel terrestre?
- NB: les deux graphes peuvent être représentés dans un même schéma.*
- 4) En combien de temps atteint-il le point O?
  - 5) Quelle distance à t-il parcourue dans le référentiel du disque ?
  - 6) Cette distance est-elle la même à celle parcourue pendant la même durée dans le référentiel terrestre ?



## Exercice 14

Un camion  $M_1$  quitte Dakar (DK) à 8h 50 min pour se rendre à Kaolack (KL) avec une vitesse constante  $V_1=126 \text{ km.h}^{-1}$ . Un autre camion  $M_2$  quitte Kaolack à 9h pour se rendre à Dakar avec une vitesse  $V_2$  inconnue. La route est supposée rectiligne et la distance entre les deux villes est de  $259 \text{ km}$ .



- 1) Calculer la durée et la distance parcourue par  $M_1$  avant le départ de  $M_2$ .
- 2) En prenant comme origine des espaces ( $x=0$ ) la ville de Dakar et comme origine des dates ( $t=0$ ) l'instant de départ du camion  $M_2$ .
  - a) Déterminer l'équation horaire  $x_1$  du camion  $M_1$
  - b) Déterminer en fonction de  $V_2$  l'équation horaire  $x_2$  du camion  $M_2$ .
- 3) À quelle date et à quelle heure le camion  $M_1$  arrivera-t-il à destination?
- 4) Quelle est la vitesse  $V_2$  du camion  $M_2$  pour que les deux mobiles arrivent en même temps à destination?
- 5) En supposant que  $V_2 = 38 \text{ m.s}^{-1}$ , en déduire:
  - a) La date et l'heure de rencontre des deux camions.
  - b) La position de rencontre.
- 6) À quelles dates les deux camions sont-ils distants de  $5 \text{ km}$ ? Commenter le résultat.

## Exercice 15 corrigé disponible

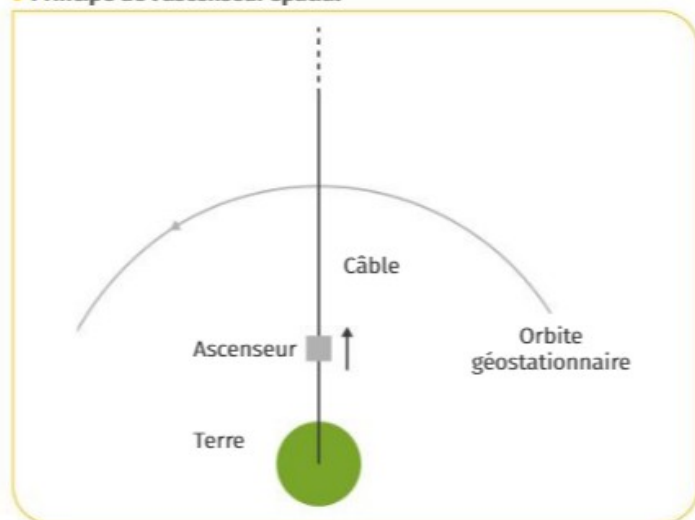
Yuri Artsutanov, un ingénieur russe, fut le premier, en 1960, à concevoir l'idée d'un câble pour transporter des charges depuis la surface de la Terre jusqu'à une orbite géostationnaire.

L'orbite géostationnaire, située à 36 000 kilomètres d'altitude dans le plan de l'équateur, est l'orbite empruntée par les satellites géostationnaires. Ainsi les satellites restent en permanence au-dessus du même point au-dessus de l'équateur.

Ce projet pourrait offrir une alternative aux fusées pour lancer des satellites.

On étudie le mouvement d'un satellite géostationnaire  $S_1$  dans le référentiel géocentrique (référentiel centré sur la Terre et pointant vers des étoiles lointaines).

### Principe de l'ascenseur spatial



### Données :

Rayon de la Terre  $R_T = 6370 \text{ km}$

La Terre réalise un tour sur elle-même en  $T = 24,0 \text{ h}$

- Décrire le mouvement du système.
  - Exprimer la valeur de sa vitesse  $v_1$ , en fonction de l'altitude  $h$ , le rayon de la Terre  $R_T$  et la période  $T$  de révolution de la Terre. Calculer  $v_1$ .
  - Schématiser, sans souci d'échelle, le vecteur vitesse.
  - Dans quel référentiel  $S_1$  est-il immobile ?
- Considérons un satellite  $S_2$  en ascension, à vitesse constante, le long du câble reliant la surface de la Terre à un satellite géostationnaire  $S_1$ .
  - Décrire le mouvement de  $S_2$  dans le référentiel lié à  $S_1$ .
  - Donner les caractéristiques du vecteur vitesse de  $S_2$ .
  - Quelle devrait être la valeur du vecteur vitesse de  $S_2$  pour réaliser l'ascension en 5 jours ?
- Représenter la trajectoire de  $S_2$  dans le référentiel géocentrique.
  - Quel principe est ainsi illustré ?

## Exercice 16

- Un hélicoptère effectue un vol stationnaire : la cabine est immobile par rapport au sol.  
Donner, en le justifiant, la forme de la trajectoire d'un point  $A$  situé à l'extrémité d'une pale de l'hélice :
  - Dans le référentiel de la cabine de l'hélicoptère,
  - Dans le référentiel terrestre.
- L'hélicoptère effectue maintenant un vol rectiligne horizontal à la vitesse constante de  $90 \text{ km.h}^{-1}$ .
  - Dans quel référentiel la trajectoire du point  $A$  est-elle circulaire ?
  - Dans quel référentiel le mouvement d'un point  $N$  du nez de l'hélicoptère est-il rectiligne uniforme ? (Justifier).
  - Convertir la vitesse de l'hélicoptère en  $\text{m.s}^{-1}$ .
  - Quelle distance l'hélicoptère parcourt-il en  $8,0 \text{ s}$  ?
  - Représenter 5 positions successives occupées par le point  $N$  de l'hélicoptère pendant 16 secondes. Echelle :  $1 \text{ cm}$  représente  $50 \text{ m}$

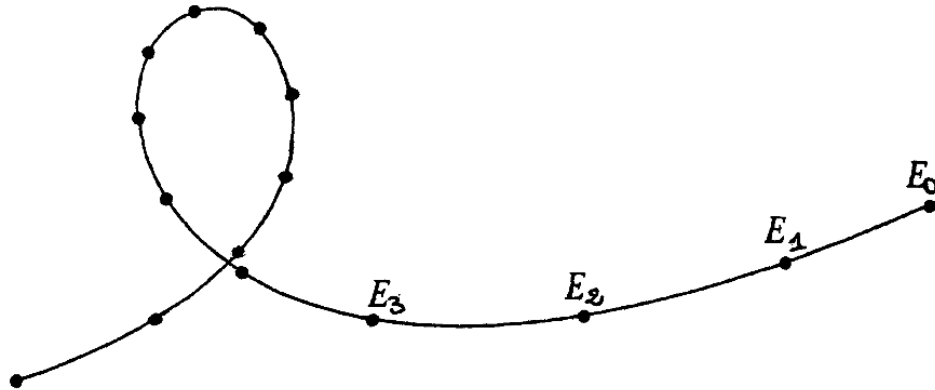


## Exercice 17

L'enregistrement ci-dessous représente dans le référentiel terrestre les positions  $E_i$  d'une personne en rollers sur un tremplin. Ces positions sont inscrites à intervalles de temps égaux  $\tau = 0,20$  s.

- Sans effectuer de calculs, déterminer les différentes phases du mouvement ( uniforme, accéléré, décéléré ). Justifier la réponse.
- Déterminer les valeurs de  $v_1$  et  $v_3$ , vitesses instantanées du point E aux instants  $t_1$  et  $t_3$ .
- Représenter ces vecteurs vitesse en utilisant comme échelle :  $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ m.s}^{-1}$ .

*Echelle : 1 cm sur le schéma représente 0,5 m en réalité.*



## Exercice 18

Dans chacun des cas suivants, choisir la meilleure réponse.

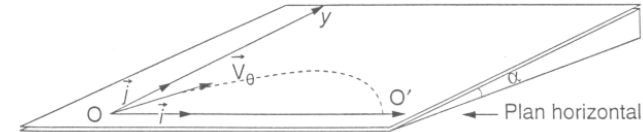
- Dans le cas d'un mouvement rectiligne uniforme
  - le vecteur vitesse est constant.
  - la valeur du vecteur vitesse est constante.
- Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme
  - le vecteur vitesse est constant.
  - la valeur du vecteur vitesse est constante.
- Dans le cas d'un mouvement curviligne uniforme:
  - le vecteur vitesse est constant.
  - la valeur du vecteur vitesse est constante.
- Lorsque la valeur du vecteur vitesse est constante
  - le mouvement est uniforme.
  - le mouvement est rectiligne uniforme.
- Lorsque le vecteur vitesse est constant
  - le mouvement est uniforme.
  - le mouvement est rectiligne uniforme.

## Exercice 19

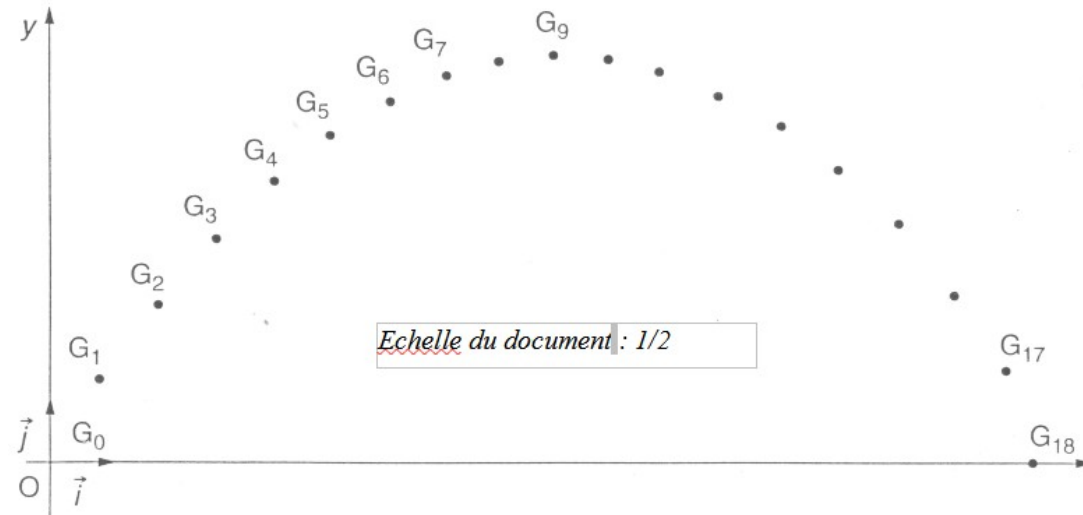
Un palet est mis en mouvement, sans frottement, sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle  $\alpha$  sur le plan horizontal.

A l'instant  $t = 0$ , le palet est lancé vers le haut, dans le plan de la table. A l'aide d'un dispositif approprié on a enregistré les positions du centre d'inertie G à des intervalles de temps réguliers de durées  $\tau = 60$  ms.

On a reproduit ce document à l'échelle  $\frac{1}{2}$ .

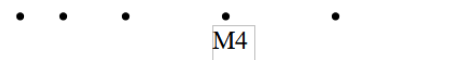


Déterminer les mesures  $V_3$  et  $V_5$  des vecteurs vitesse instantanée du centre d'inertie du palet aux points  $G_3$  et  $G_5$ . Les construire à l'échelle :  $1 \text{ cm}$  pour  $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ .



## Exercice 20

Le schéma suivant correspond à l'enregistrement à l'échelle  $1/10$  du mouvement d'un point mobile. L'intervalle de temps qui sépare l'enregistrement de deux points successifs a pour valeur  $20$  ms,



Calculer la valeur de la vitesse instantanée du point mobile en  $M_4$ . Dessiner le vecteur vitesse.