

CHAP 9 : DESCRIPTION D'UN MOUVEMENT

1. Partie 1 : Révisions du collège

Plan de travail pour la partie 1

	C'est fait ! ✓	😊	☹️
Déjà fait à la maison et remis en ligne : activité p 151 et activité "jeté de pierre"			
Comprendre le corrigé de ces activités et poser des questions			
Faire (en classe) et bien comprendre le TP "détermination de trajectoires et vitesses"			
Lire, comprendre et apprendre le bilan ci-dessous			
Faire les exercices placés après le bilan (page 2)			
Vérifier le corrigé de chaque exercice et comprendre les erreurs ou difficultés			
Faire le QCM pronote			
Exercices 7 et 9 p 160 du livre			
Vérifier le corrigé de chaque exercice et comprendre les erreurs ou difficultés			

Bilan

Système : on appelle système l'objet qui est étudié. On le note entre { }
On simplifie souvent l'étude du mouvement d'un objet en limitant le système à un seul point. L'étude est plus simple mais engendre une perte d'informations. (voir TP pointage de la 1^{ère} vidéo)

Relativité du mouvement : Le mouvement du système étudié peut être décrit différemment selon l'"observateur" du mouvement. (TP pointage : 1^{ère} vidéo)
Par exemple : le mouvement d'un passager est différent pour le contrôleur du train (le passager est immobile) ou pour la vache qui regarde passer le train (le passager se déplace).



Référentiel : C'est l'association d'un repère, lié à un observateur, qui permet de connaître la position du système par rapport à l'observateur, et d'une horloge, permettant de savoir à quel instant on repère cette position.

Des référentiels courants :

- Le référentiel terrestre : utilisé généralement pour l'étude des mouvements autour de nous. L'observateur est un objet fixe sur le sol (une caméra fixe, un élève assis etc..)
- Le référentiel géocentrique : utilisé pour l'étude du mouvement des satellites, le repère est placé au centre de la Terre.
- Le référentiel héliocentrique : utilisé pour les mouvements des planètes et des comètes dans le système solaire. Le repère est au centre du Soleil.

Trajectoire : C'est la courbe formée par l'ensemble des positions successives du système dans le référentiel choisi.

- Si la trajectoire est une droite, le mouvement est rectiligne
- Si la trajectoire est un cercle, le mouvement est circulaire etc...

Vitesse moyenne :

La vitesse moyenne se calcule avec la formule à connaître :

$$v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t}$$

avec d la distance parcourue par le système dans le référentiel choisi
 Δt : la durée du parcours
 v_{moy} : la vitesse moyenne du déplacement

Attention au choix des unités : si d en km et Δt en h alors v_{moy} en km.h^{-1}
 si d en m et Δt en s alors v_{moy} en m.s^{-1}

Il faut savoir passer des km.h^{-1} aux m.s^{-1}

$$1 \text{ km.h}^{-1} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 3,6 \text{ m.s}^{-1}$$

Exercices

Exercice 1 : Relativité du mouvement

Un bus roule lentement en ville. Léa (L) est assise dans le bus. Clément (C) attend sur le trottoir.

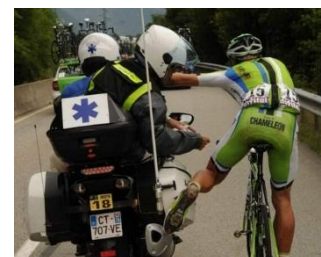
X est-il en mouvement par rapport à Y ?

Compléter le tableau ci-dessous avec les termes "immobile" ou "en mouvement"

X \ Y	L	C	Le bus	La route
L				
C				
Le bus				
La route				

Exercice 2 : Choix du référentiel

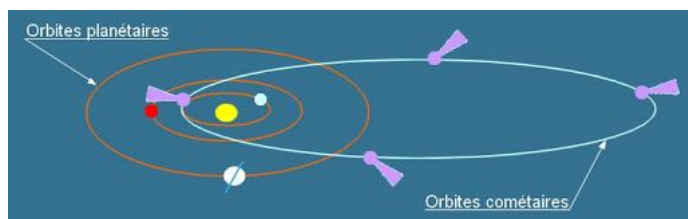
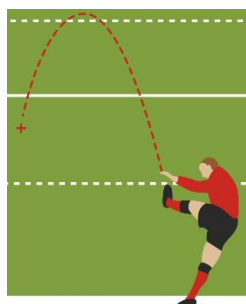
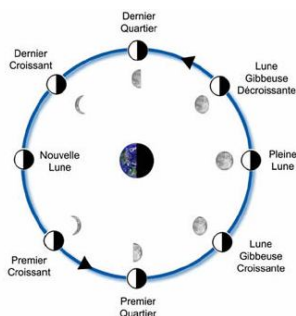
Sur le Tour de France il y a une "moto médicale" (photo ci-contre) qui peut soigner les cyclistes pendant la course, sans qu'ils ne s'arrêtent. On étudie le système {cycliste}.



- Dans quel référentiel son mouvement est-il rectiligne ?
- Dans quel référentiel son mouvement est-il immobile ?

Exercice 3 : Mouvement et trajectoire

Pour chaque mouvement, identifier système référentiel et nommer la trajectoire et le mouvement.



Exercice 4 : calculs de vitesses moyenne et de durée (à rédiger proprement sur une feuille séparée)

1. Lors d'un trajet sur autoroute, un véhicule parcourt une distance $d = 135 \text{ km}$ en une durée $\Delta t = 1\text{h}15\text{min}$. On travaille dans le référentiel terrestre.

- 1.1. Déterminer la vitesse moyenne du véhicule en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$
- 1.2. Déterminer la vitesse moyenne du véhicule en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- 1.3. Peut-on être sûr que le véhicule a toujours respecté les limitations de vitesse ?

2. La limitation de vitesse sur la rocade toulousaine est $v = 90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Calculer le temps "gagné" en roulant pendant 10 km à $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ au lieu de $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Commenter ce résultat en termes de sécurité routière.

2. Partie 2 : Description du mouvement à l'aide de vecteurs

Plan de travail pour la partie 2

	C'est fait ! ✓	😊	☹️
Bien comprendre et apprendre le cours, poser des questions. Notamment : La notion de pointage et le lien entre pointage et type de mouvement La notion de vitesse instantanée et son calcul Le tracé de vecteur vitesse			
Bien faire et comprendre la partie 2 du TP qui traite du vecteur vitesse			
Faire chaque application du cours et comprendre le corrigé			
QCM pronote			
Exercices du livre 17, 21, 22 et 31 p 162 et suivantes			
Pour les futurs EDS PC, SVT, NSI, maths et STI2D Exercice obligatoire (facultatif pour les autres) : ex 32 p 166 (corrigé page 312) Activité python obligatoire (facultatif pour les autres)			

ENREGISTREMENT DU MOUVEMENT : LE POINTAGE ET LA CHRONOPHOTOGRAPHIE

Un mouvement est souvent un phénomène bref qui doit être enregistré pour pouvoir l'étudier a posteriori.

Les vidéos et chronophotographies sont des enregistrements pour lesquels entre chaque image il s'écoule la même durée, souvent notée τ

On a accès à des positions du système à intervalles de temps réguliers.

À chaque instant, le repère choisi permet de relever les coordonnées du point étudié. C'est le pointage. (voir TP pointage d'une vidéo)



Application

Situation 1



Situation 2



À l'aide du document ci-dessus, déterminer quelle situation correspond à un avion qui va décoller. Justifier votre réponse.

Décrire le mouvement dans chaque situation en utilisant les termes adéquats parmi : rectiligne, circulaire, parabolique, accéléré, ralenti, uniforme.

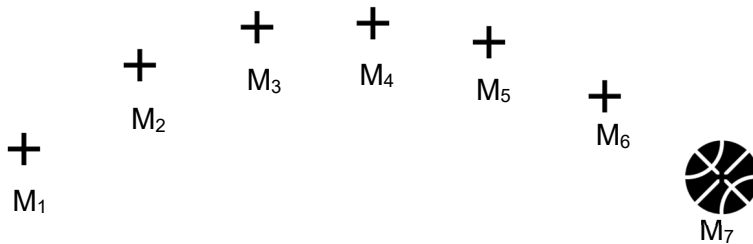
UTILISATION DE VECTEURS POUR DÉCRIRE UN MOUVEMENT :

Un vecteur est un segment fléché. L'utilisation du vecteur en physique est courante car la flèche fournit des informations intéressantes. Dans l'étude des mouvements, la flèche donne des informations sur le sens du déplacement.

Vecteur déplacement :

Sur un pointage, le vecteur déplacement est le vecteur allant de la position occupée par le système à la position suivante.

Exemple : sur le pointage d'un ballon de basket ci-dessous, tracer 3 vecteurs déplacement successifs et les nommer sous la forme $\overrightarrow{M_i M_{i+1}}$ (par exemple $\overrightarrow{M_2 M_3}$)



Vitesse instantanée et vecteur vitesse :

La vitesse moyenne n'apporte aucune information intéressante. On a plutôt besoin de connaître la vitesse à chaque instant et son évolution pour savoir si le système a une vitesse constante, ralentit ou accélère.

Méthode de calcul de la valeur de la vitesse instantanée

On considère que la vitesse instantanée est quasiment égale à la vitesse moyenne quand on étudie un tout petit déplacement d'une durée la plus courte possible.

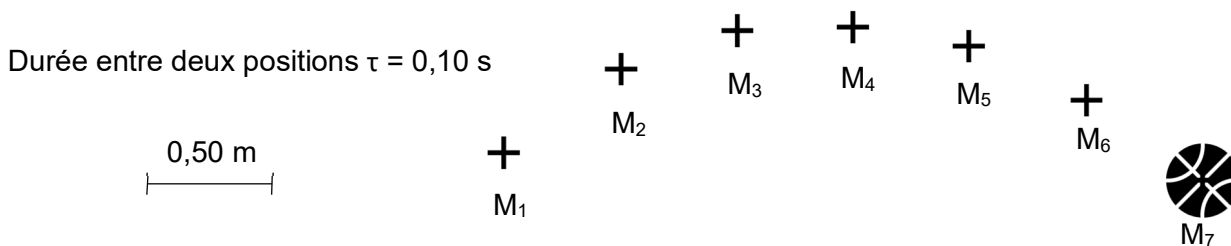
Quand on dispose d'un pointage ou d'une chronophotographie, on calcule la vitesse instantanée sur le déplacement d'une position M_i à la position suivante M_{i+1} .

Ainsi en valeur : $v_i = \frac{M_i M_{i+1}}{\tau}$ avec $M_i M_{i+1}$ la distance entre deux points successifs (en m)
 τ : la durée pour aller d'un point au suivant (en s)
 v_i : la valeur de la vitesse instantanée au point i ou M_i (en $m \cdot s^{-1}$)

Méthode : ① Mesurer la distance (en m) entre les deux points choisis, en tenant compte de l'échelle.
② Rechercher dans les données la durée τ pour aller d'un point à un autre, la convertir en s
③ Effectuer le calcul et donner le résultat avec une notation avant puis la valeur et son unité ($m \cdot s^{-1}$)

Application :

- À l'aide de la chronophotographie du ballon de basket ci-dessous, calculer la vitesse instantanée du ballon au point M_3



- Puis de la même façon, calculer la vitesse au point M_6

Le vecteur vitesse (sous-entendu vecteur vitesse instantanée)

Le vecteur vitesse (relation ci-contre) est un vecteur qui apporte toutes les informations utiles à la description du mouvement.

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_i M_{i+1}}}{\tau}$$

- Il est colinéaire (même direction et même sens) au vecteur déplacement ce qui nous informe sur la trajectoire et le sens du mouvement
- Sa longueur (= sa norme) est proportionnelle à la valeur de la vitesse instantanée ce qui nous informe sur la valeur de la vitesse en un point et sur son évolution au cours du mouvement.

Caractéristiques du vecteur vitesse \vec{v}_i

- Origine sur le point i ou M_i étudié
- Même direction que le vecteur déplacement ($\overrightarrow{M_i M_{i+1}}$) en ce point car ils sont colinéaires (\vec{v}_i est sur la droite reliant le point au suivant). On considère que cette direction est tangente à la trajectoire
- Sens : même sens que le vecteur déplacement : dans le sens du mouvement
- Norme : la longueur du vecteur \vec{v}_i est proportionnelle à la valeur de la vitesse instantanée v_i . On le trace en fixant une échelle de vitesse.

En traçant le vecteur vitesse en différents points du mouvement, on visualise bien la trajectoire suivie par le système et l'évolution de sa vitesse.

Application 1 :

Sur la chronophotographie du ballon de basket (page précédente), tracer les vecteurs \vec{v}_3 et \vec{v}_6 en appliquant l'échelle 1cm pour 2 m.s⁻¹

APPLICATIONS 2 : CAS DES MOUVEMENTS RECTILIGNES : (A RETENIR)

1. Que peut-on dire de l'évolution du vecteur vitesse au cours d'un mouvement rectiligne uniforme ?

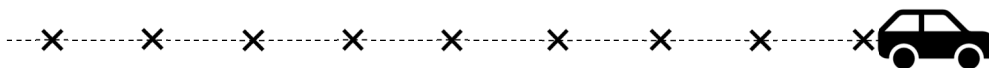
Exercice : Calculer la vitesse instantanée pour la première position du pointage et tracer le vecteur vitesse à cet instant-là en respectant l'échelle 1cm pour 10 m.s⁻¹.

Sans calcul supplémentaire, tracer deux autres vecteurs vitesse pour deux autres positions au choix.

Échelle : 1,5 m



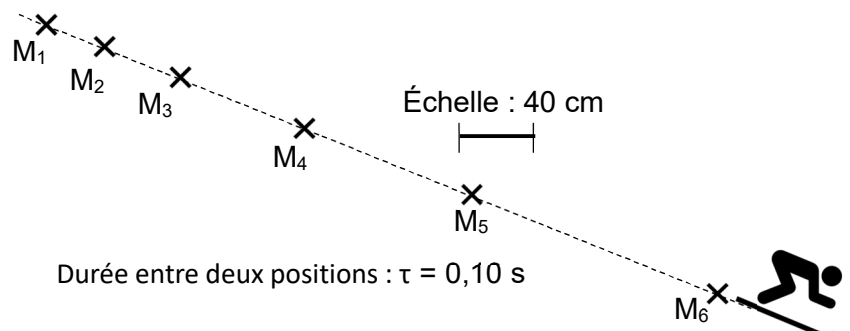
Durée entre deux positions : $\tau = 0,10$ s



2. Que peut-on dire de l'évolution du vecteur vitesse au cours d'un mouvement rectiligne accéléré.

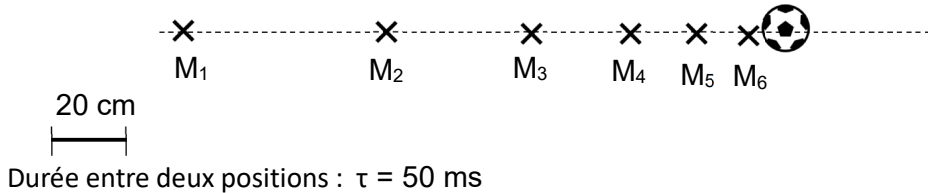
Exercice : Calculer la vitesse instantanée puis tracer le vecteur vitesse aux points M_1 et M_5

Échelle du vecteur vitesse : 1 cm pour 5 m.s⁻¹



3. Que peut-on dire de l'évolution du vecteur vitesse au cours d'un mouvement rectiligne décéléré (ralenti)

Exercice : Calculer la vitesse instantanée puis tracer le vecteur vitesse aux point M₂ et M₄
Échelle du vecteur vitesse : 1 cm pour 5 m.s⁻¹



ACTIVITÉ PYTHON PARTIE 1 : CONNAÎTRE LES INSTRUCTIONS DE LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE AVEC PYTHON.

Doc 1 : chronophotographie d'un lancer de ballon



Doc 2 : positions successives occupées par le ballon

Point	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈	M ₉	M ₁₀	M ₁₁
Abscisse X (en m)	0	0,74	1,47	2,23	2,96	3,69	4,42	4,86	5,15	5,20	5,20
Ordonnée Y(en m)	0	0,84	1,51	2,01	2,33	2,48	2,45	2,15	1,80	1,21	0,54

On souhaite représenter avec python les positions successives du ballon (doc2) relevées sur la chronophotographie du doc 1.

Dans le cartable numérique de votre ordinateur, ouvrir edupython. (éviter pyzo qui n'a pas les bibliothèques nécessaires.) Saisir les premières lignes du programme ci-dessus (ou télécharger ce programme dans les ressources de la classe sur pronote " ")

```
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 X=[0,0.74,1.47,2.23,2.96,3.69,4.42,4.86,5.15,5.2,5.2]
4 Y=[0,0.84,1.51,2.01,2.33,2.48,2.45,2.15,1.80,1.21,0.54]
```

Attention, **les nombres décimaux se tapent avec un point**, la virgule sépare les différents termes. Le tracé de graphe utilise la bibliothèque matplotlib.pyplot qu'il faut importer avec l'alias plt. Chaque instruction issue de cette bibliothèque doit être précédée de l'alias sous la forme : `plt.instruction`.

1. Réaliser un graphe Y = f(X)

Compléter le programme précédent avec les lignes 5 et 6 ci-contre :

```
5 plt.plot(X,Y)
6 plt.show()
```

L'exécuter via le menu exécuter. Une courbe s'ouvre. Quelle est cette courbe ?

Fermer la fenêtre du graphe

Que se passe-t-il si vous supprimez la ligne 6 ?

Conclusion : Pour que le graphe s'affiche à l'écran, le programme doit toujours se terminer par l'instruction `plt.show()`

2. Améliorations du graphe Y=f(X)

Pour chaque changement, il faudra fermer la précédente fenêtre du graphe puis exécuter le programme

Remplacer la ligne 5 par la ligne ci-contre : `5 plt.plot(X,Y,'r*')`

Quel est l'effet sur le graphe ?

Maintenant modifiez la ligne 5 comme ci-contre : `5 plt.plot(X,Y,'r--*')`

Puis `5 plt.plot(X,Y,'--b+')`

Puis `5 plt.plot(X,Y,'gs')`

Quel est l'effet sur le graphe ?

Poursuivez les tests et compléter le tableau ci-dessous

Couleur	b bleu	g	r	c	m	y	k	w
Marqueur	+	*	^	s Des carrés	o	x	.	
Style de la ligne	-	: Des pointillés			--	-.		

3. Axes, légende, titre, échelle

Un graphe en physique doit comporter de nombreuses indications sur l'expérience : grandeur et unité sur les axes, titre de l'expérience réalisée etc..

Titres des axes : instructions xlabel et ylabel

Taper le bout de code ci-contre et visualiser son effet


Faites des essais pour renommer les axes par exemple

```
5 plt.plot(X,Y,'b+')
6 plt.xlabel('abscisse (en m)')
7 plt.ylabel("ordonnée (en m)")
8 plt.show()
```

Échelle des axes :

Pour travailler dans un repère orthonormé (même échelle pour les deux axes) il faut ajouter la ligne 8 :

Cette instruction peut aussi permettre d'imposer les graduations extrêmes `8 plt.axis([0.5,5.3,0,2.4])`

L'axe des abscisses est gradué de 0,5 à 5,3 et celui des ordonnées de 0,2 à 4. Certains points ne sont alors plus visibles. On peut se déplacer sur le graphe avec 

Une grille : instruction grid

Remplacer la ligne 8 ci-contre et observer :

```
6 plt.xlabel('abscisse (en m)')
7 plt.ylabel("ordonnée (en m)")
8 plt.grid()
9 plt.show()
```

Un titre : instruction title

Ajouter la ligne 9 ci-dessous :

```
8 plt.grid()
9 plt.title("Pointage du mouvement du ballon")
10 plt.show()
11
```

4. Tracer un vecteur avec python

Pour se familiariser avec le tracé de vecteur, on va placer des vecteurs déplacement sur ce graphe. Il faut utiliser l'instruction plt.arrow() qui se construit de la façon suivante : (*origine du vecteur, coordonnées du vecteur, esthétique*)

On doit d'abord indiquer dans la parenthèse l'origine du vecteur, puis ses coordonnées et enfin, sa couleur, type de pointe, épaisseur etc.

Pour que le vecteur soit juste, il faut impérativement travailler dans un repère orthonormé en plaçant au préalable l'instruction plt.axis('equal')

Rappel maths : A partir du tableau, calculer les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{M_1M_2}$ puis $\overrightarrow{M_2M_3}$

Point	M ₁	M ₂	M ₃
Abscisse X (en m)	0	0,74	1,47
Ordonnée Y(en m)	0	0,84	1,51



Ajouter au programme les lignes 10 et 11. Observer le résultat

```

10 plt.axis('equal')
11 plt.arrow(X[1],Y[1],0.73,0.67,head_width=0.1,head_length = 0.1,color='r')
12 plt.show()

```

- Où se place l'origine de la flèche ?
- Comment programme-t-on la pointe de la flèche ?
- En anglais rechercher la signification des mots "head" : "width" :et "length" :
- A quoi servent les instructions "head_width=0.1" et "head_length=0.1"
- Vérifier vos hypothèses en changeant la valeur numérique après ces termes

Entraînement :

- Programmer le tracé du vecteur $\overrightarrow{M_1M_2}$
- Calculer puis programmer le tracé d'un autre vecteur déplacement
- Pour les plus habiles en programmation, vous pouvez programmer une boucle qui trace tous les vecteurs déplacement, il "suffit" d'utiliser l'instruction *for i in range (10)* qui fait varier i de 0 à 10 pour les 10 tracés

ACTIVITÉ PYTHON PARTIE 2 :

COMPRENDRE LE CODE DU CALCUL ET DU TRACÉ DES VECTEURS VITESSE EN PYTHON.

Le programme de seconde se limite au mouvement rectiligne.

Nous allons utiliser les résultats du TP pointage ci-contre.

1. Sur le modèle du programme précédent, écrire un programme permettant de placer les points de ce pointage sur un graphe Y=f(X).
2. Pour tracer tous les vecteurs vitesse de ce mouvement, il faut placer les lignes suivantes juste avant plt.show()

A	B	C
t	X	Y
s	m	m
0,000	0,169	0,990
0,040	0,167	0,965
0,080	0,167	0,924
0,120	0,167	0,870
0,160	0,165	0,800
0,200	0,163	0,711
0,240	0,161	0,608
0,280	0,157	0,487
0,320	0,159	0,351
0,360	0,155	0,200
0,400	0,153	0,033

```

11 echelle = 0.025
12 plt.axis('equal')
13
14 for i in range(10):
15     V=(Y[i+1]-Y[i])/0.04
16     plt.arrow(X[i], Y[i], 0, V*echelle, head_length = 0.02,head_width = 0.02, color='g')
17

```

Questions sur le code :

Dans la ligne 15.

- Que représente Y[i+1]-Y[i] ?
- Que représente 0,04 ?
- Qu'obtient-on après ce calcul dans la variable V ?

Dans la ligne 16

- Pourquoi y-a-t-il un 0 dans l'instruction plt.arrow ?
- Avec la ligne 11, indiquer l'échelle des vecteurs vitesse sur le graphe
- Comment l'échelle choisie est-elle prise en compte dans le tracé ?
- Qu'obtiendrait-on comme flèches sans la ligne 11