

Etude des mouvements : distance, vitesse et accélération

Rappels de seconde

Document 1 : Référentiel

Pour dire s'il y a mouvement ou non, il faut choisir un référentiel



Référentiel terrestre :
Utilisé pour l'étude des mouvements sur Terre



Référentiel géocentrique :
Utilisé pour l'étude du mouvement des satellites



Référentiel héliocentrique :
Utilisé pour l'étude du mouvement des planètes

Document 2 : Caractéristiques d'un mouvement

Pour décrire le mouvement d'un objet, il faut préciser la trajectoire ET l'évolution de sa vitesse de l'objet **DANS un référentiel adapté**

Pour les mouvements sur Terre on choisit le référentiel terrestre

Trajectoires à savoir reconnaître :

Rectiligne :

Parabolique :

Circulaire :

Curviligne :

Si la vitesse augmente au cours du mouvement, le mouvement est qualifié de

Si la vitesse diminue au cours du mouvement, le mouvement est qualifié de

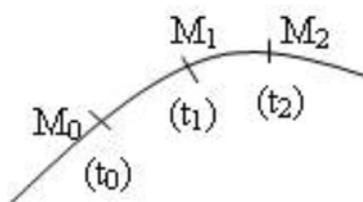
Si la vitesse est constante au cours du mouvement, le mouvement est qualifié de

Document 3 : Calcul de vitesses

La vitesse moyenne entre deux points est le rapport entre la distance d parcourue et la durée Δt du parcours :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

La vitesse instantanée est la vitesse en un point de position x à un instant t :



Elle se calcule ici en M_1 grâce à la formule :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Document 4 : Radars de vitesse



Radar fixe

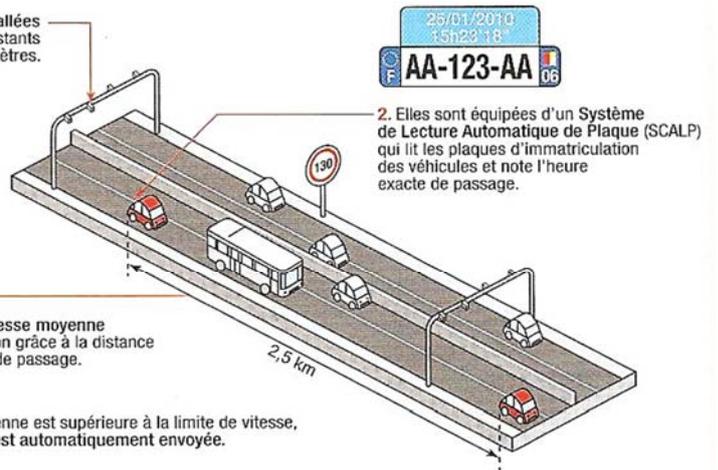
1. Plusieurs caméras sont installées en hauteur sur 2 ponts distants de plusieurs kilomètres.



3. Un logiciel calcule la vitesse moyenne des véhicules sur le tronçon grâce à la distance parcourue et aux horaires de passage.



4. Si la vitesse moyenne est supérieure à la limite de vitesse, une contravention est automatiquement envoyée.



Le fonctionnement des radars « tronçon »

1. Lequel de ces radars mesure une vitesse moyenne ? une vitesse instantanée ?

.....

.....

.....

Document 5 : Records de vitesse

	Date	Pilote	Véhicule	Record de vitesse (km.h ⁻¹)
Sur route	15/10/97	Andy GREEN	Thrust SS	1 227,99
Sur rail	03/04/07		TGV	574,8
Sur l'eau	08/10/78	Ken Warby	Spirit of Australia	511,13
Dans les airs	03/10/67	Pete Knight	North American X-15	7 272,6



Document 6 : Calcul de distance parcourue

La distance d parcourue en un intervalle temps Δt , par un objet en mouvement de translation rectiligne uniforme de vitesse notée v est définie par :

$$d =$$

2. A l'aide du document 5 et du document 6, calculer la distance parcourue par le véhicule le plus rapide en une durée $t_1 = 1$ heure puis $t_2 = 4$ minutes.

.....

.....

.....

.....

Document 7 : Notion d'accélération

Tout objet est soumis au champ de pesanteur qui lui confère une accélération g voisine de 10 m.s^{-2} . Cela signifie que la vitesse d'un objet en chute libre s'accroît à chaque seconde de 10 m.s^{-1} environ. Au cours d'une opération de catapultage d'un avion à partir d'un porte-avions, l'accélération est de l'ordre de 4 à 5 g soit 40 à 50 m.s^{-2} .

L'accélération d'un mobile en mouvement de translation qui passe de la vitesse v_1 à la vitesse v_2 pendant la durée Δt est donnée par :

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

- Si $v_1 < v_2$ alors le mobile et son accélération est
- Si $v_1 = v_2$ alors le mobile et son accélération est
- Si $v_1 > v_2$ alors le mobile et son accélération est

La distance parcourue au temps t , par un objet en mouvement de translation rectiligne à accélération constante notée a démarrant avec une vitesse initiale v_0 est définie par :

$$v = v_0 + at$$

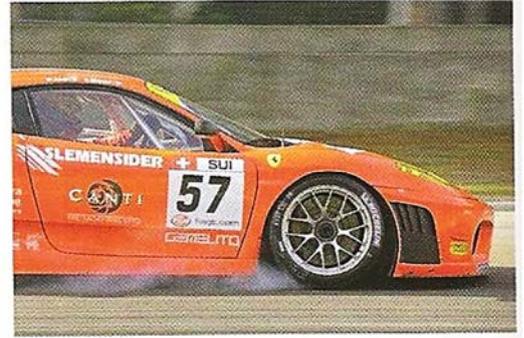
$$d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

3. Calculer la vitesse d'un avion en fin d'opération de catapultage soit après 2 secondes d'accélération.

4. Calculer la distance parcourue par l'avion pendant ces 2 secondes après catapultage.

Document 8 : Quelques accélérations subies par l'homme

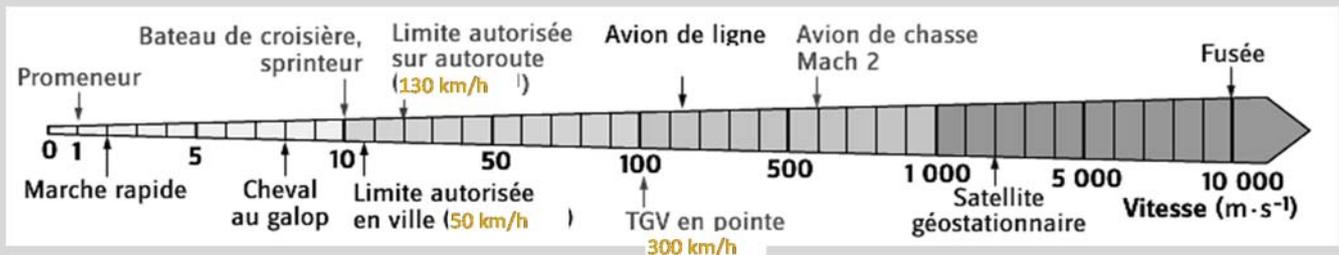
Exemples	Accélération exprimée en g
Un ascenseur au démarrage ou au freinage	0,9 et 1,1
Saut à l'élastique (au début de la remontée)	2
Montagnes russes	3,5 à 6,3
Formule 1 lors d'un freinage brusque	5
Record de résistance humaine détenu par John Stapp	46,2



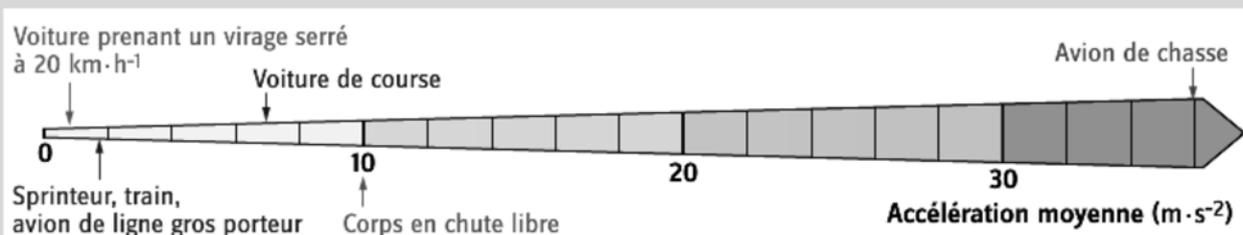
5. Calculer la vitesse initiale d'une formule 1 si elle freine brusquement et s'arrête au bout de 16 s.

6. Quelle est alors sa distance de freinage ?

Ordre de grandeur de vitesse :



Ordre de grandeur d'accélération :



Etude des mouvements : distance, vitesse et accélération**Activité 1 : Mesure de vitesses et d'accélération**

Comment mesurer des vitesses et des accélérations dans le mouvement de translation de montée d'un ascenseur ?

Une caméra est placée sur le toit de la cabine d'un ascenseur qui monte 34 étages.

→ Visionner la vidéo « Vitesse Ascenseur 34 étages.avi ».

Durée de la vidéo : 29 s

Vidéo à 25 images par seconde

Hauteur entre étage : 3 m

Nombre d'étage : 34

Démarrage de la cabine : $t = 0$ s

Passage au niveau du 1^{er} étage : $h = 3$ m

Repère de niveau d'étage :



1. Proposer une méthode pour déterminer la vitesse puis l'accélération de cet ascenseur :

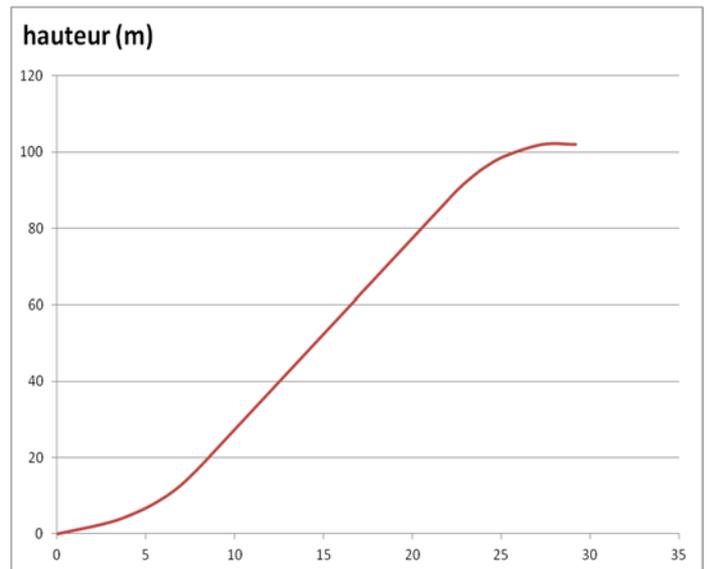
Obtention du chronogramme de la montée de l'ascenseur

→ On trace la courbe : $h = f(t)$:

1. a) Pour quel intervalle de temps cette courbe est linéaire ?

b) Que peut-on dire de la vitesse de la cabine pendant cet intervalle de temps ?

c) Et en dehors de cet intervalle ?



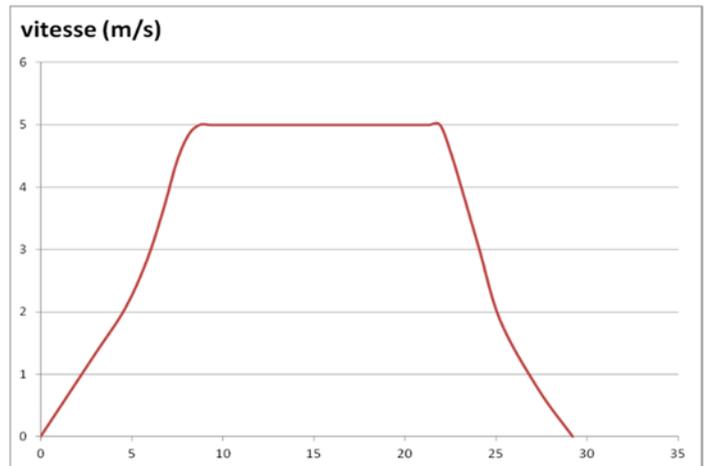
Evolution de la vitesse de l'ascenseur

2. L'évolution de la vitesse est-elle conforme à vos conclusions faites à partir de $h = f(t)$?

3. a) Pour quel(s) intervalle(s) de temps la vitesse est-elle constante ?

b) Que peut-on dire de l'accélération de la cabine pendant cet(ces) intervalle(s) de temps ?

c) Et en dehors de cet(ces) intervalle(s) ?

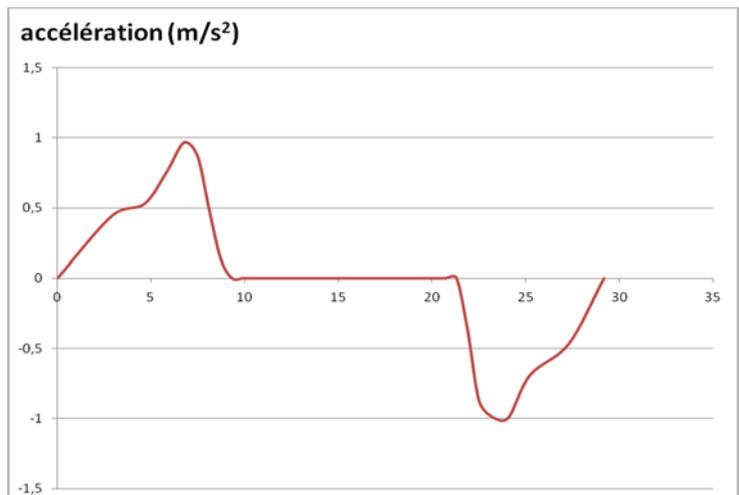


Evolution de l'accélération de l'ascenseur

4. L'évolution de l'accélération est-elle conforme à vos conclusions faites à partir de $v = f(t)$?

5. Comment voit-on sur la courbe que l'ascenseur accélère ? ralentit ?

6. Commenter la fin de la courbe. Que fait l'ascenseur ?



Etude des mouvements : distance, vitesse et accélération

Travaux Pratiques 1 : Mouvement d'un ascenseur

L'objectif de ce TP est d'étudier le mouvement d'un ascenseur. Pour cela nous allons dans un premier temps étudier sa position verticale, puis sa vitesse et enfin son accélération. Les courbes tracés nous permettront de différencier les phases du mouvement.

✂ Ouvrir le logiciel « Avimeca » situé sur le bureau de votre session.

✂ Dans l'onglet « ouvrir » sélectionner « Ouvrir un clip vidéo » et importer la vidéo : *Ascenseur.avi*

✂ A droite de l'écran, sélectionner l'onglet « Etalonnage » et placer l'origine des axes au centre de l'ascenseur.

✂ Sélectionner ensuite l'échelle et placer les points sur le mètre étalon situé sur l'image.

✂ A droite de l'écran, Cliquer sur l'onglet « Mesure »

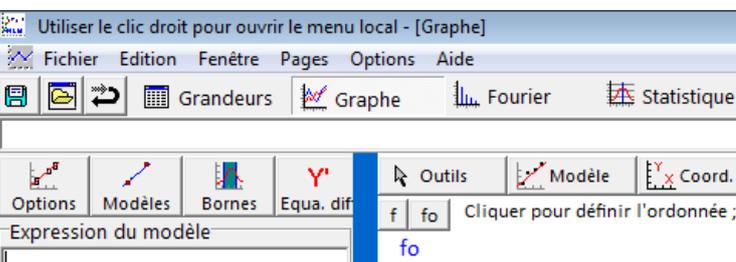
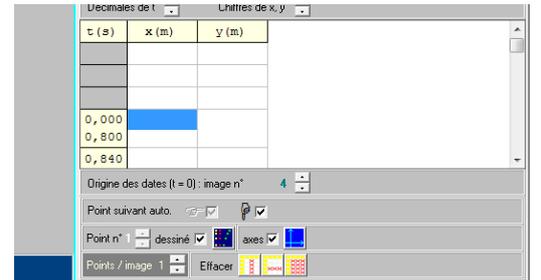
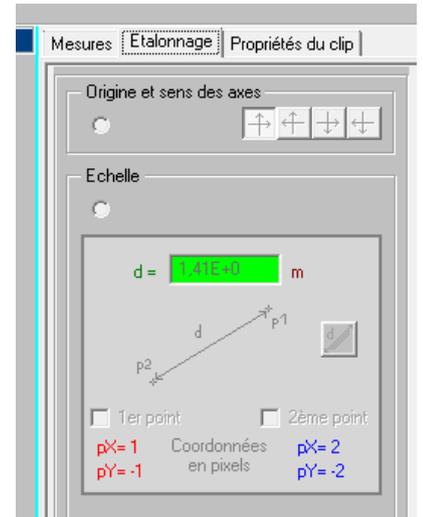
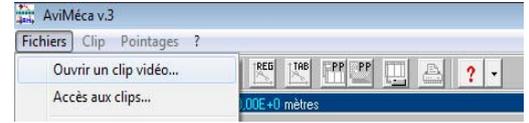
✂ Choisir l'origine des temps $t = 0$ sur l'image $n^o = \dots$ où l'ascenseur se met en mouvement.

✂ Pointer la position du milieu de la porte (milieu en haut) pour chaque position successive de l'ascenseur jusqu'à la fin du mouvement.

✂ Cliquer sur l'onglet « Fichier » puis « Mesures » puis « Copier dans le presse papier »

On a ainsi pointé les positions successives de notre système « l'ascenseur » à chaque image. On connaît donc les coordonnées de l'ascenseur dans le temps.

On va à présent, tracer les courbes de la position, la vitesse et l'accélération de notre système en fonction du temps.



✂ Ouvrir le logiciel « Regressi » situé sur le bureau de votre session

✂ Cliquer sur « Fichier » puis « Nouveau » puis « Presse papier »

✂ Dans le graphique, n'afficher que y en fonction de t : $y = f(t)$

✂ Dans la fenêtre « grandeur », cliquer sur « Ajouter » et ajouter une nouvelle variable ayant pour nom : v , pour unité : m/s et étant la dérivée de y par rapport au temps : dy/dt

✂ Faite de même pour l'accélération a en m/s^2 et étant la dérivée de v par rapport au temps : dv/dt

On a ainsi obtenu les courbes de la position y , de la vitesse v et de l'accélération a en fonction du temps.

Discuter l'allure de ses courbes et identifier les 3 phases du mouvement.

Cf page suivante

- Tracer l'allure de la position verticale y de l'ascenseur en fonction du temps t . Courbe : $y = f(t)$

- Tracer l'allure de la vitesse verticale v de l'ascenseur en fonction du temps t . Courbe : $v = f(t)$

- Tracer l'allure de l'accélération verticale a de l'ascenseur en fonction du temps t . Courbe : $a = f(t)$

Etude des mouvements : distance, vitesse et accélération

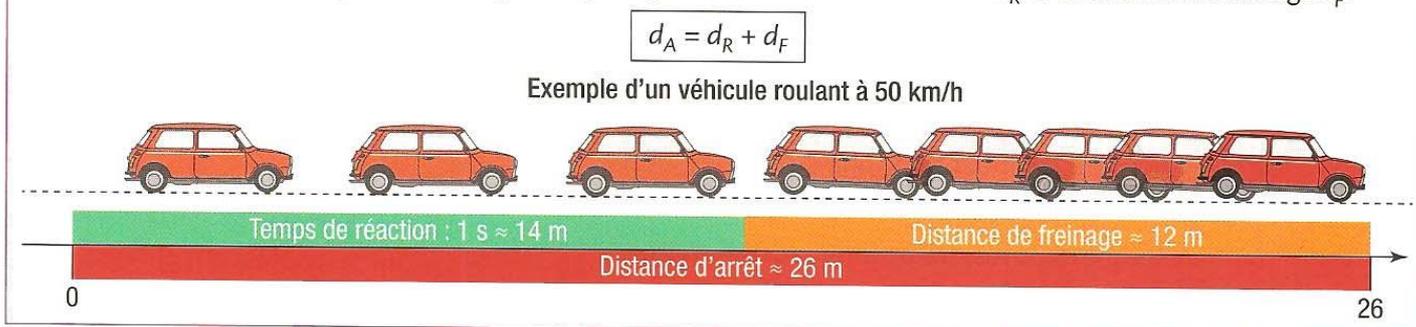
Activité 2 : Application à la sécurité routière

Application à la sécurité routière et à la distance de sécurité

 Regarder l'émission « C'est Pas Sorcier – Sécurité routière ».

La **vitesse** est un **facteur de risque** capital dans les **accidents de la circulation**, cela a été démontré. Elle a une influence à la fois sur le risque d'accident et sur la gravité des traumatismes occasionnés.

La **distance d'arrêt** d_A est celle que le conducteur est contraint de parcourir après avoir vu un obstacle, avant l'arrêt de son véhicule. Elle se décompose en deux parties principales : la distance de réaction d_R et la distance de freinage d_F .



DOC. 1 Distance d'arrêt

La **distance de réaction** d_R (distance parcourue pendant le temps de réaction t_R du conducteur) est la distance parcourue entre le moment où l'on voit l'obstacle et le moment où l'on commence à freiner.

La distance de réaction est proportionnelle à la vitesse et au temps de réaction : $d_R = V \cdot t_R$ où V est la vitesse du véhicule et t_R la vitesse de réaction du conducteur. $t_R = 1$ s **pour un conducteur attentif** mais augmente avec la prise d'alcool, de drogues et médicaments, la fatigue, l'utilisation d'un téléphone...

DOC. 2 Distance de réaction

La **distance de freinage** d_F est la distance nécessaire au véhicule pour s'arrêter une fois que l'on a commencé à freiner.

Lors du freinage, il faut faire passer l'énergie cinétique du véhicule $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ à 0, donc la distance de freinage est proportionnelle à la vitesse au carré. On montre que : $d_F = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot \mu}$ où $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ est l'intensité de la pesanteur, v , la vitesse du véhicule exprimée en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et μ , le coefficient d'adhérence (grandeur sans unité) qui dépend de l'état de la chaussée. La distance de freinage augmente lorsque l'adhérence diminue.

DOC. 3 Distance de freinage

État de la chaussée	Route goudronnée sèche	Route goudronnée mouillée	Asphalte lisse ou mouillé	Neige compacte	Verglas
Coefficient d'adhérence	0,8	0,5 à 0,6	0,4 à 0,5	0,1 à 0,3	0,07 à 0,1

« Plus on roule vite, plus un choc est violent et plus les conséquences sont irréversibles. Dans une collision, les blessures résultent d'un transfert d'énergie à l'intérieur du corps humain. Les organes internes [...] continuent de se déplacer sous l'effet de leur propre énergie cinétique. Lorsqu'un organe heurte la paroi abdominale ou la cage thoracique, il y a risque d'hématome ou d'éclatement. Ces lésions de décélération affectent aussi le réseau de liaison des organes (artères, veines, nerfs...) entraînant des hémorragies internes.

Dr Sophie Fégueux, conseillère technique Santé du délégué interministériel à la sécurité routière.

DOC. 4 Le risque majeur d'une vitesse excessive : les lésions de décélération

Forces et mouvements

Activité 3 : Représentation des forces

Pour étudier le mouvement d'un système, il faut prendre en compte les actions mécaniques qui s'exercent sur lui. L'objet qui agit est appelé **le donneur**, celui qui reçoit **le receveur**.

Les différents types d'actions mécaniques.

Il existe deux grandes familles d'actions mécaniques :

- S'il y a contact entre le donneur et le receveur, on parle d'action mécanique **de contact**.
- Dans le cas contraire, on parle d'action mécanique **à distance**.

Caractéristique supplémentaire :

- Si une action mécanique est appliquée en un endroit **précis** du receveur, elle est **localisée**.
- Si une action mécanique est appliquée **sur l'ensemble** (ou toute une partie) du receveur, elle est **répartie**.

1. Donner le nom du donneur et du receveur et entourer les caractéristiques des différentes actions mécaniques ci-dessous.

Système étudié : le ballon



Donneur :

Receveur :

Action mécanique :

- De contact
- À distance
- Localisée
- Répartie

Système étudié : la boule blanche



Donneur :

Receveur :

Action mécanique :

- De contact
- À distance
- Localisée
- Répartie

Système étudié : la voile



Donneur :

Receveur :

Action mécanique :

- De contact
- À distance
- Localisée
- Répartie

Système étudié : la bille en fer



Donneur :

Receveur :

Action mécanique :

- De contact
- À distance
- Localisée
- Répartie

Système étudié : la corde du tir à l'arc



Donneur :

Receveur :

Action mécanique :

- De contact
- À distance
- Localisée
- Répartie

2. En déduire qu'elles sont les différents effets d'une action mécanique d'un donneur sur un receveur ?

-
-
-

Modélisation d'une action mécanique

De l'action mécanique à la force

Lorsqu'une boule de bowling est posée sur la piste, elle est soumise à l'attraction gravitationnelle de la Terre, qui l'attire vers le bas, et à l'action de la piste (appelé réaction), qui l'empêche de tomber.



Chaque action est modélisée par une force :

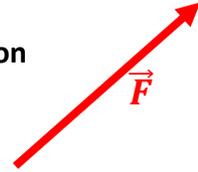
- La force exercée par la Terre sur la boule est noté $\vec{F}_{T \rightarrow B}$
- La force exercée par la piste sur la boule est noté $\vec{F}_{P \rightarrow B}$

Schématisation d'une force

Une force est représentée, sur un schéma, par un vecteur noté \vec{F} :

Ce vecteur \vec{F} est défini par :

- **Son point d'application** : Le point où l'on considère que la force s'exerce.
- **Sa direction**
- **Son sens**
- **Sa norme** : proportionnelle à la longueur du segment fléché et qui s'exprime en *Newton (N)*



Les schémas ci-dessous décrivent certaines forces que l'on retrouve dans de nombreux problèmes de mécanique.

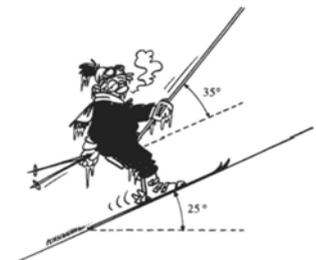
- **Le poids** : Le poids d'un objet est dû à l'attraction gravitationnelle de la Terre sur l'objet. Il est généralement noté \vec{P} , est dirigé verticalement vers le bas et sa valeur vaut : $P = mg$



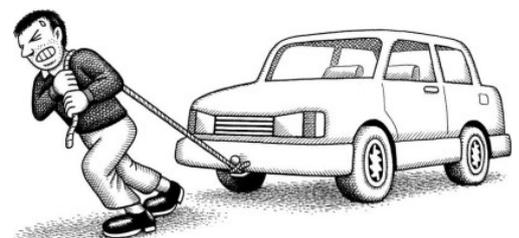
- **L'action** : On appelle action, la force exercée par un objet sur un autre comme vu à l'activité précédente. Elle est souvent notée \vec{F}



- L'action du sol sur un objet est souvent appelée la **réaction**. C'est une force perpendiculaire à la surface de contact entre cet objet et le sol. Elle est notée \vec{R}



- **La tension d'une corde** : La force de tension d'une corde s'exerce uniquement lorsqu'une corde est tendue (elle est en tension). La tension s'exerce en tout point de la corde. Elle a la même direction que la corde et est notée \vec{T}



- **Les frottements fluides** : La force de frottement fluide s'oppose au mouvement, elle est due aux chocs entre les molécules du milieu et l'objet qui se déplace. Elle est notée \vec{f}



- **La poussée d'Archimède** : La force ou la poussée d'Archimède est la force qu'exerce un fluide sur un solide lorsque celui-ci est immobile. Elle est proportionnelle à la masse de fluide déplacée et est dirigée verticalement vers le haut. On la note \vec{F}_A



- **Les frottements secs** : La force de frottement sec s'oppose au mouvement. Elle est due aux frictions entre les surfaces de contact de deux objets en mouvement relatif. Elle est notée \vec{f}



1. Rendez-vous sur le lien suivant et placer les vecteurs forces dans chaque situation :

http://www.ostralo.net/4_exercices_jeux/swf_partage/fleche.swf

2. Dans chacune des situations ci-dessous, représenter la force à l'aide d'un vecteur en respectant l'échelle ci-contre :

1 cm ↔ 50 N

Le joueur de football frappe le ballon avec une force de 250 N.



La queue de billard exerce une force de 110 N sur la boule blanche lors de ce coup.



Cet haltère a une masse de 24 kg.



Bilan

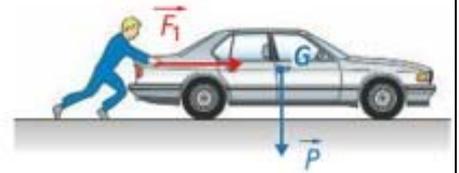
Une force exercée sur un solide correspond à une action mécanique exercée par l'extérieur sur un solide. Une force exercée sur un solide peut :

-
-
-

Pour représenter une force, on utilise un Celui-ci est caractérisé par :

-
-
-
-

exprimée en



▲ Deux forces s'exercent sur le solide : \vec{P} et \vec{F}_1 . Les forces de réaction du sol ne sont pas représentées.

Il existe deux types de forces :

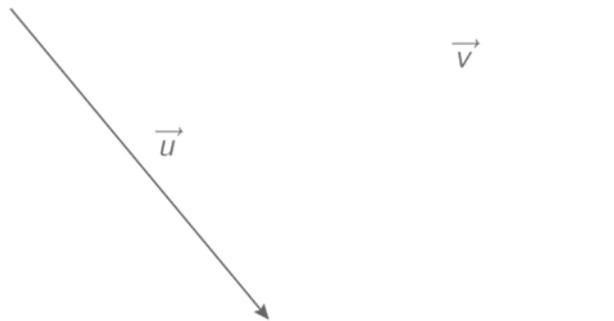
- Les forces à distance : 2 objets peuvent être en interaction sans se toucher (Ex : Force gravitationnelle, électromagnétique...)
- Les forces de contact : Dès que 2 solides sont en contact, il y a une force de contact de l'un sur l'autre et réciproquement. Le point d'application est le centre géométrique de la surface de contact.

Somme de forces

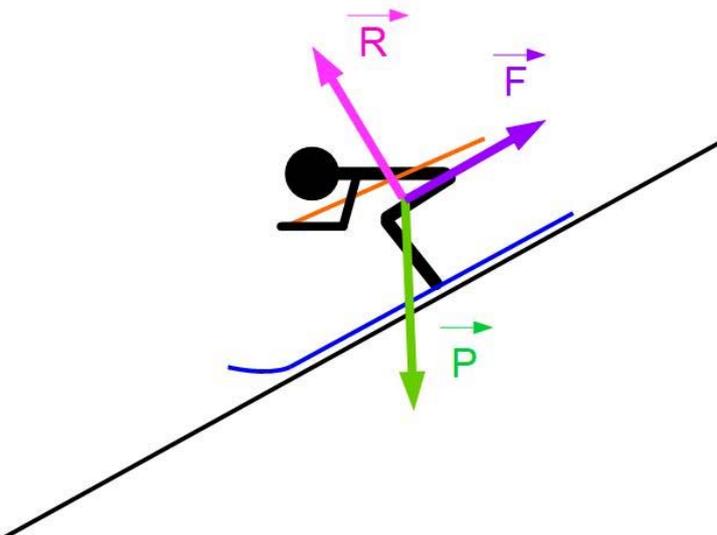
1. A l'aide de la vidéo accessible avec le QR code ci-contre, représenter la somme des vecteurs \vec{u} et \vec{v} :



SCAN ME

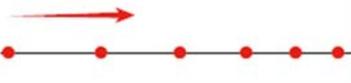


2. Représenter la résultante des forces s'exerçant sur ce skieur :



Exercices

QCM

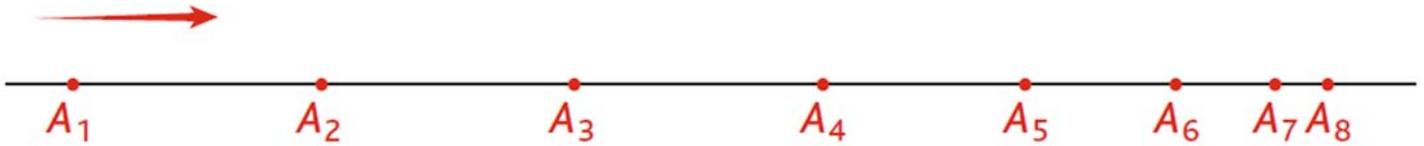
	A	B	C
1. Lors d'un mouvement rectiligne uniforme v , d et Δt sont liés par...	$v = d.\Delta t$	$v = \frac{d}{\Delta t}$	$d = v.\Delta t$
2. Une vitesse angulaire ω s'exprime en...	$m.s^{-1}$	$rad.s^{-1}$	$rad.m^{-1}$
3. L'enregistrement d'un mouvement accéléré est...			
4. Une accélération s'exprime en...	$m.s^{-1}$	$rad.s^{-1}$	$m.s^{-2}$
La valeur d'une force s'exprime en :	Joules (J)	Newton (N)	Kilogramme (kg)
Lorsqu'un solide se déplace sur un support horizontal, la force de frottement :	Est de sens opposé au mouvement	Est horizontale	Peut-être nulle
Lorsqu'on déplace un solide sur un support horizontal, en l'absence de frottement :	La réaction est perpendiculaire au support	La réaction est nulle	La force de frottement est nulle
Lorsqu'un solide glisse sans frottement sur un pan incliné :	Le poids est vertical et la réaction du support est verticale	Le poids est perpendiculaire au support et la réaction du support est perpendiculaire au support	Le poids est vertical et la réaction du support est perpendiculaire au support
L'intensité des force de frottement d'un solide en déplacement dans un fluide dépend de :	La vitesse du solide dans le fluide	La nature du fluide	La forme du solide

Rappels de cours

- Pour un mouvement uniforme, donner la relation entre la distance d , temps Δt et vitesse v si le mouvement est rectiligne : $v =$
- Rappeler ce qu'est un mouvement :
 - Uniforme
 - Rectiligne
 - Accéléré
 - Curviligne
- Citer deux ordres de grandeur de vitesse et d'accélération.

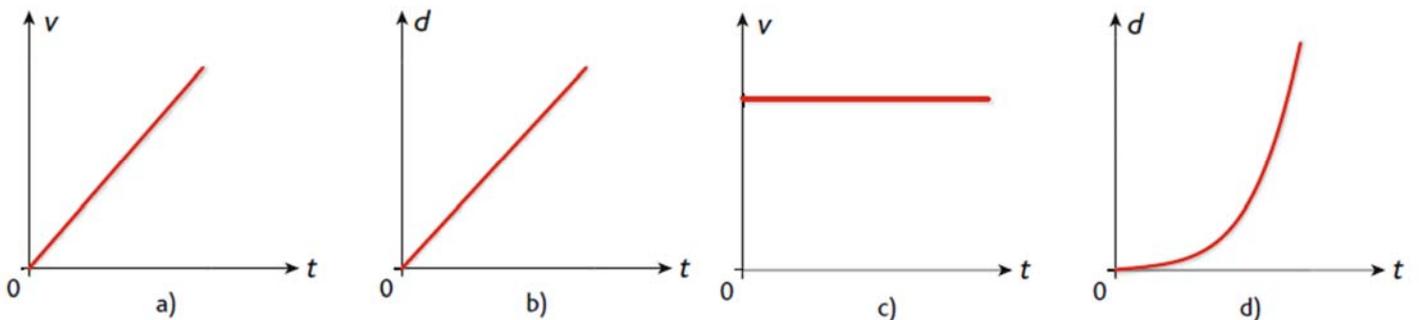
Exercice 1 : Mouvement d'un mobile

La position du centre d'un mobile est enregistrée à intervalles de temps égaux : $\tau = 40 \text{ ms}$.



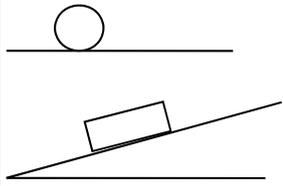
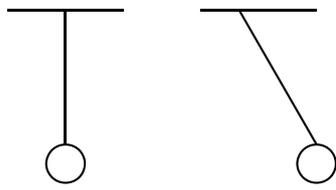
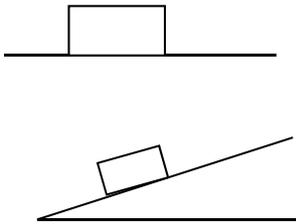
1. Indiquer la formule permettant de calculer la vitesse instantanée au point A_2 :
2. Calculer la vitesse instantanée aux points A_4 et A_6 puis la vitesse moyenne sur l'ensemble du parcours.
3. Calculer l'accélération au point A_5 .

Exercice 2 : Analyse de courbe



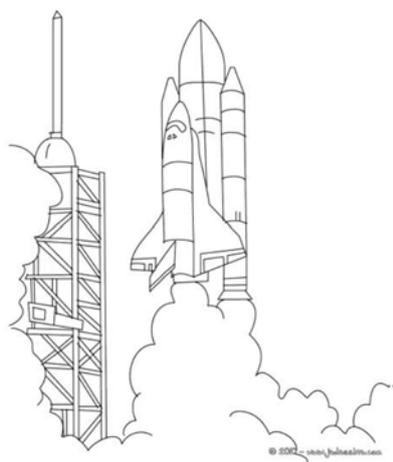
1. Quels graphiques sont associés à un mouvement rectiligne uniforme
2. Quels graphiques sont associés à un mouvement rectiligne uniformément accéléré ?

Exercice 3 : Représentation des forces

		Poids d'un objet \vec{P}	Tension d'un fil \vec{T}	Réaction d'un support \vec{R} en absence de frottements
Caractéristiques	Point d'application			
	Direction			
	Sens			
	Intensité			
Exemples				

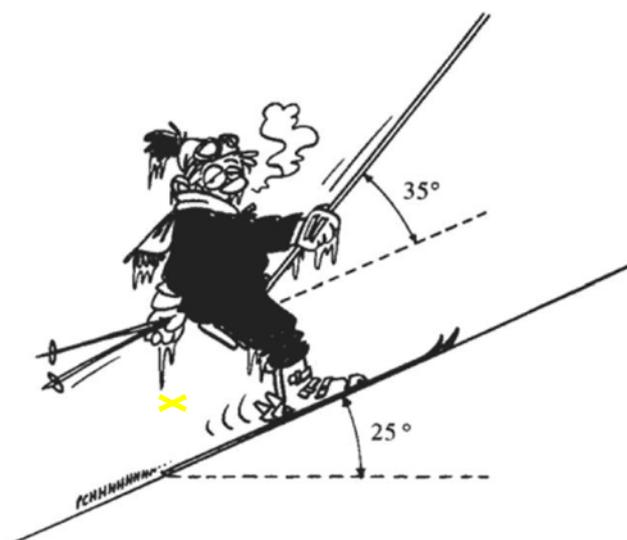
Exercice 4 : Inventaire des forces

Faire l'inventaire des forces extérieures de contact et des forces à distance pour les exemples ci-dessous puis représenter ces forces avec l'échelle choisie : ($g = 10 \text{ m/s}^2$).



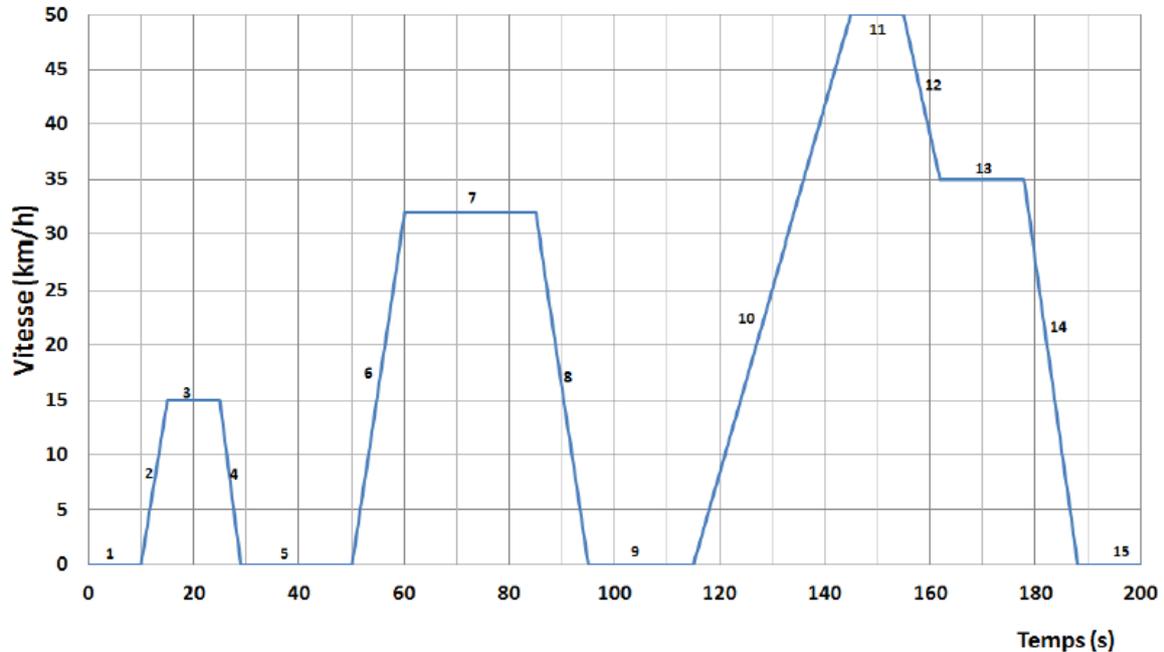
Fusée :
 $m = 2046 \text{ t}$
 Force de poussée $30,18 \text{ MN}$

Skieur :
 $m = 70 \text{ kg}$ (équipement compris)
 La force de traction vaut $T = 340 \text{ N}$
 La réaction normale du support vaut $R = 700 \text{ N}$



Exercice 5 : Cycle NEDC de mesure des pollutions émises par les voitures

Le New European Driving Cycle (ou cycle NEDC) est un cycle de conduite automobile conçu pour imiter de façon reproductible les conditions rencontrées sur les routes européennes. Il est principalement utilisé pour la mesure de la consommation et des émissions polluantes des véhicules.



Cycle urbain élémentaire (195 s)

Source : règlement n° 101 de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe, CEE-ONU.

Dans cette partie on néglige les forces de résistance au roulement et les forces de résistance aérodynamique.

A.1 Etude mécanique :

Pour les questions A.1.1 et A.1.2, on se limite à l'étude d'une portion du cycle de la phase 5 incluse à la phase 9 incluse.

A.1.1 Compléter la deuxième colonne (type de phase) du tableau récapitulatif du **document réponse n°1** en précisant s'il s'agit d'une accélération, d'une vitesse stabilisée ou d'une décélération.

A.1.2 On note a l'accélération d'un véhicule dont la variation de vitesse est Δv sur la durée Δt .

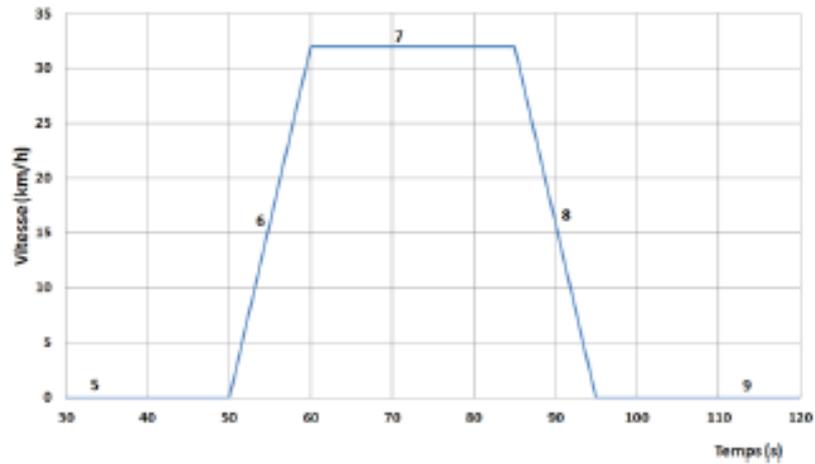
a) Donner la relation qui relie a à Δv et Δt .

b) Préciser les unités de la relation précédente.

c) Compléter la troisième colonne du tableau récapitulatif du **document réponse n°1** en donnant le détail des calculs.

A.1.3 Expliquer à partir du graphique du cycle urbain élémentaire donné ci-dessus, comment repérer la phase pour laquelle l'accélération du véhicule est la plus importante.

DOCUMENTS REPONSES

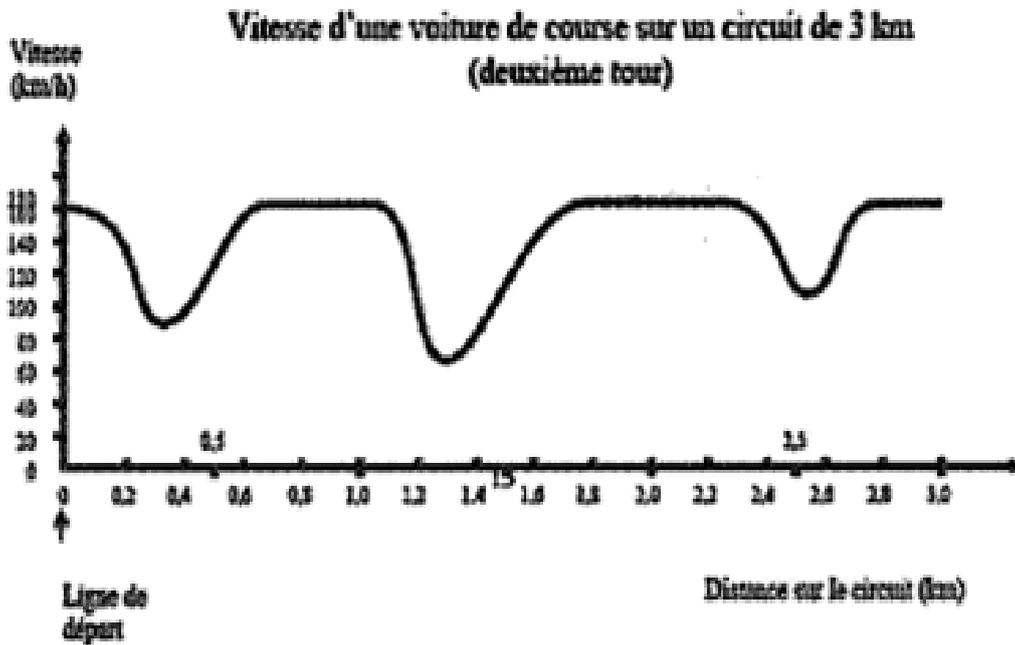


Cycle urbain élémentaire

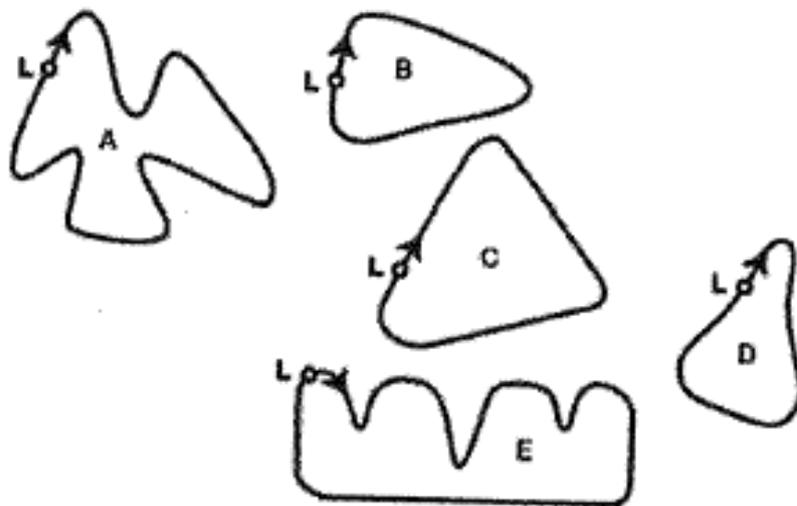
Phase n°	Type de Phase	Accélération ($m.s^{-2}$)	Vitesse ($km.h^{-1}$)	Durée de la phase (s)	Temps total (s)
5	Arrêt		0	21	49
6			0-32	12	61
7			32	24	85
8			32-0	11	96
9	Arrêt		0	21	117

Exercice 6 : Voiture de course

Ce graphique représente les variations de vitesse d'une voiture de course sur un circuit plat de 3 km au cours du deuxième tour.



Un des cinq circuits ci-dessous correspond au trajet de la voiture (L ligne de départ)



En analysant les correspondances entre « **forme de chaque circuit** » et « **courbe de vitesse** » : **Trouvez** le circuit correspondant à la courbe de vitesse.

Vous noterez **toutes les étapes de votre démarche scientifique**.

(La courbe et les graphes des parcours sont extraits d'un document de l'enquête PISA 2003)