

EXERCICES CHAPITRE ORIGINE DU MOUVEMENT ET TRAJECTOIRE ET MOUVEMENT

Exercice 1: voiture en mouvement

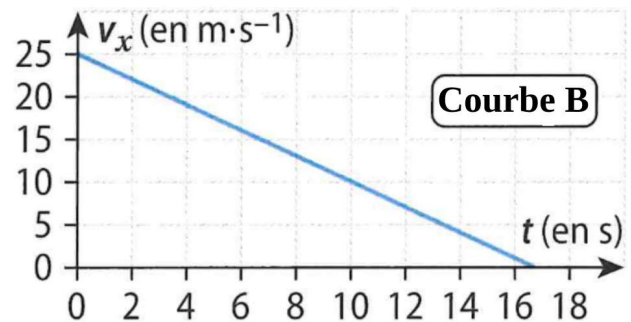
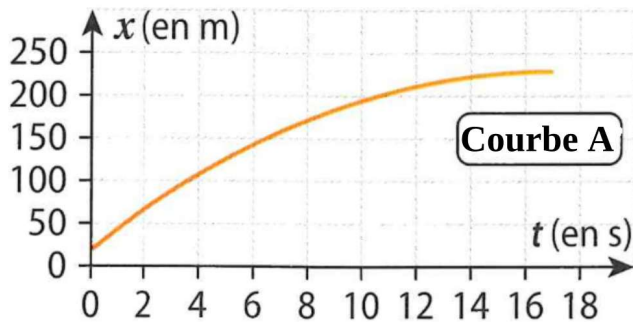
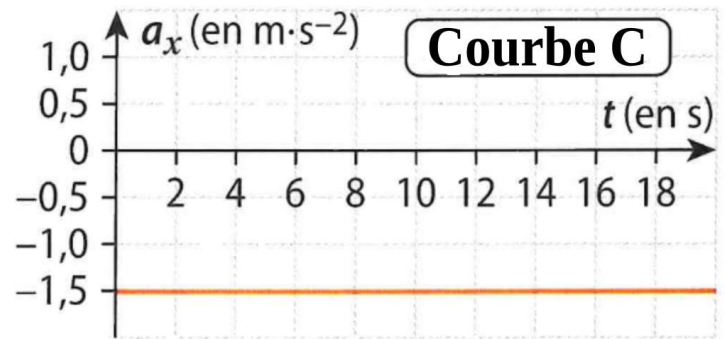
Une voiture roule sur une route plane. L'équation de sa position est donnée par $\vec{OM} = (-20t^2 + 10t + 800)$.

1. Donner l'équation de la vitesse et de l'accélération de la voiture.
2. Calculer la valeur de la vitesse v du mobile aux instants $t_1 = 4,0$ s et $t_2 = 7,0$ s.
3. Le mouvement est-il rectiligne uniforme ou rectiligne uniformément varié.
4. Calculer la date t , où le véhicule s'immobilise ?
5. À $t=10$ s, la voiture est en train de ralentir ou d'accélérer.

Exercice 2: Une voiture au ralenti

Une voiture de masse $m = 1,2 \times 10^3$ kg roule en ligne droite sur une route horizontale. Sous l'action des frottements du sol, La voiture ralentit (doc. 18). La coordonnée horizontale de sa position suit l'équation $x(t) = -0,75t^2 + 25t + 20$, où t est en secondes et x en mètres (doc. 2). On cherche la norme de la force de frottement du sol lors de ce mouvement. Toute action de l'air sera négligée.

1. Définir le système d'étude, et préciser le référentiel.
2. Faire l'inventaire des forces appliquées au système.
3. Représenter les forces sur un schéma sans soucis d'échelle.
On représentera la voiture par un point.
4. Appliquer la deuxième de Newton et déterminer l'expression de l'accélération. Préciser le type de mouvement.
5. À l'aide de l'accélération, déterminer l'intensité de la force de frottement.
6. Donner les équations horaires de la vitesse et l'accélération. (des valeurs numériques sont attendues)
7. Associer la position, la vitesse et l'accélération le bon graphique. (justifier).
8. À l'aide de courbe B, expliquer comment trouver la valeur de l'accélération
- 9.

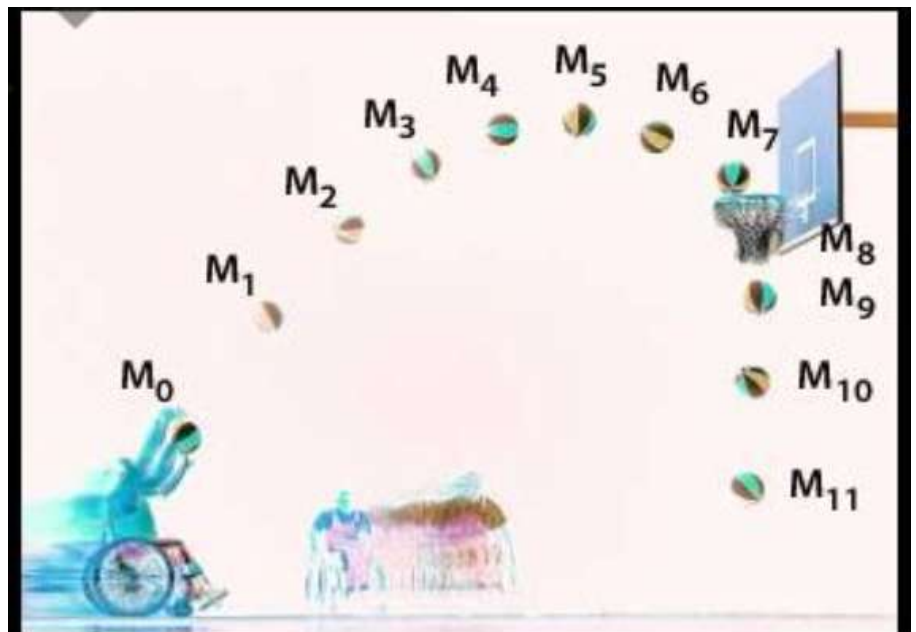


Exercice 3: Chronophotographie d'un lancé franc

La chronophotographie du mouvement d'un ballon de basket est présentée ci-dessous. Les clichés ont été mesurés à 1/50 secondes

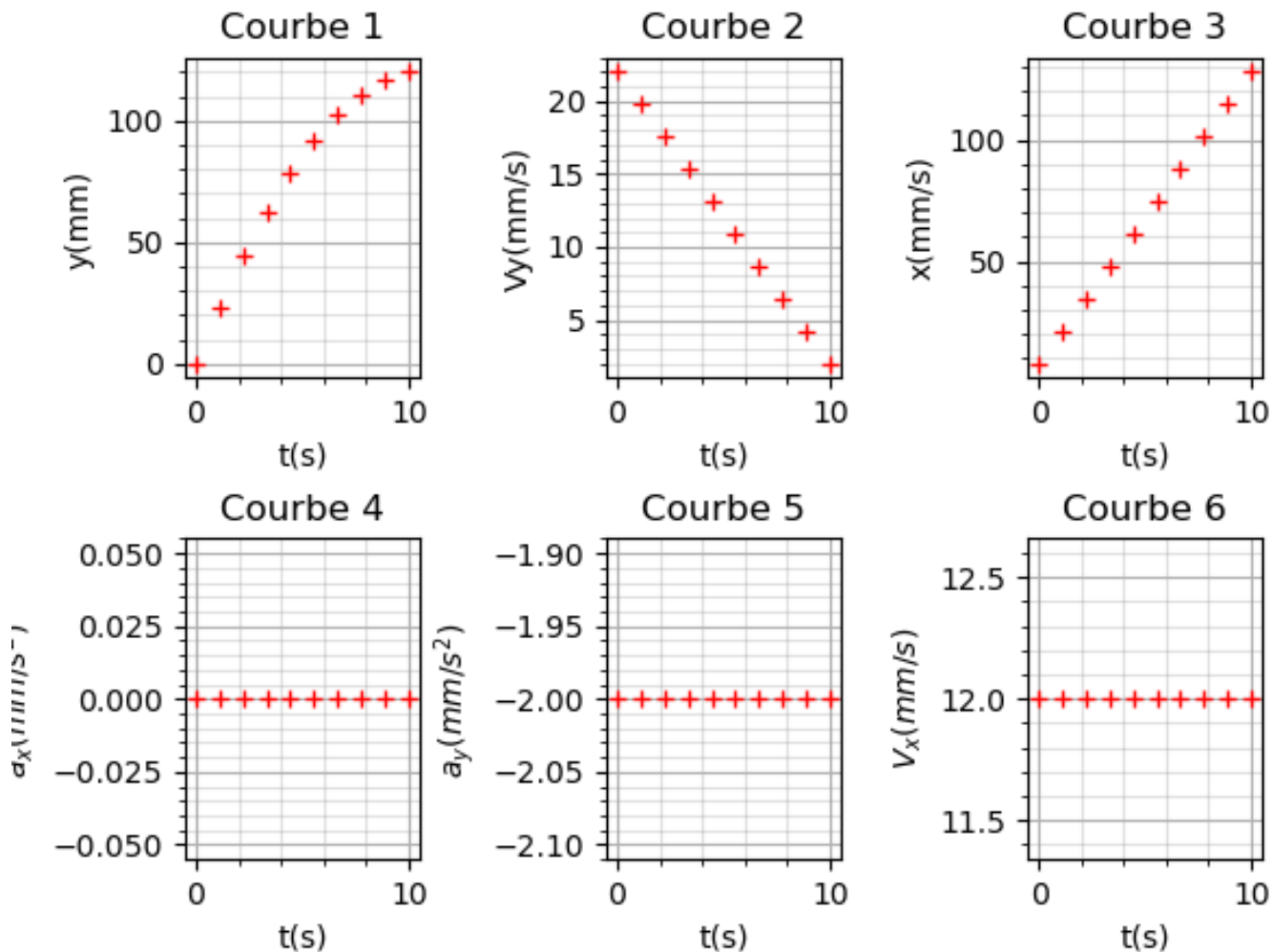
La valeur v_0 de la vitesse du ballon en M_0 est $5,5 m \cdot s^{-1}$.
La valeur v_2 de la vitesse en M_2 est de $4,6 m \cdot s^{-1}$.

1. Représenter le vecteur accélération a_1 en utilisant l'échelle proposée : $1,0 \text{ cm} \Leftrightarrow 1,0 m \cdot s^{-1}$.
2. En partant de la construction, déterminer la résultante des forces $\sum \vec{F}$.



Exercice 4: Étude de courbes

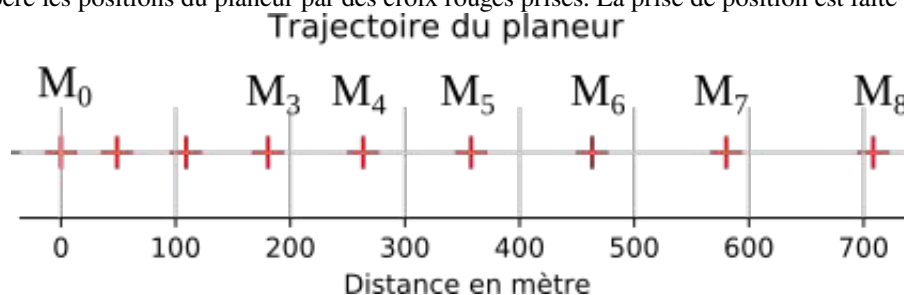
Un élève étudie l'enregistrement d'une vidéo et obtient les courbes suivantes.



1. Identifier les courbes en indiquant s'il s'agit de l'abscisse ou l'ordonnée de la vitesse, position ou accélération
2. Nommer le mouvement décrit par le système d'étude.
3. Donner la position à $t=5,0$ s
4. Trouver la valeur de la vitesse à $t=3,0$ s
5. Par calcul et en partant de la vitesse, retrouver la valeur de l'accélération a_y .
6. Expliquer la diminution de la vitesse de v_y au cours du temps en partant de la courbe de position y .
7. Trouver la date d'arrêt du système d'étude et la distance parcourue par celui-ci.

Exercice 5: Planeur au décollage

Avant d'effectuer son vol en toute autonomie, un planeur doit être tracté par un avion afin de décoller et d'atteindre une altitude adaptée. On étudie la phase précédente le décollage pendant laquelle le planeur, d'une position arrêtée, acquiert une vitesse tout en étant encore en contact avec le sol. On repère les positions du planeur par des croix rouges prises. La prise de position est faite toutes les 2 s.



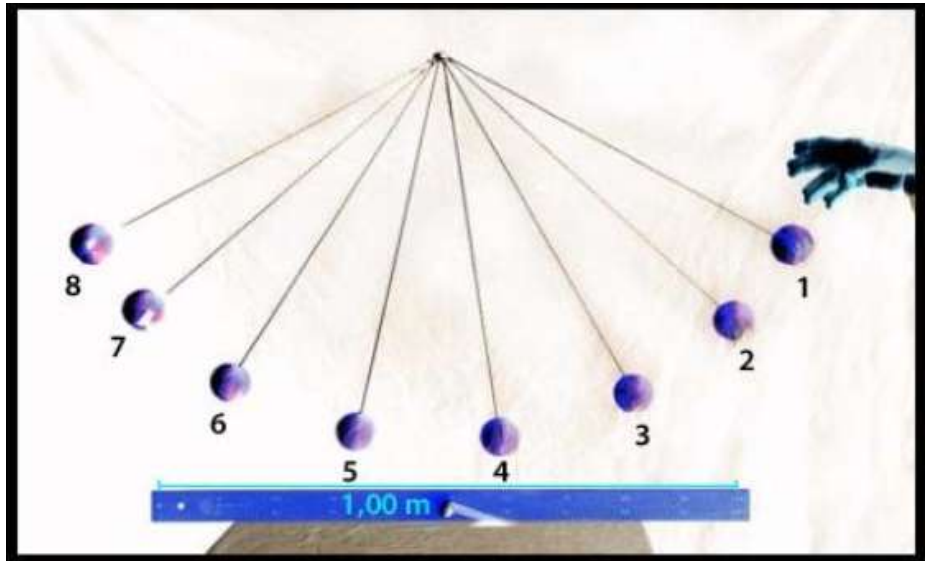
1. Décrire le mouvement d'un point M modélisant le planeur dans un référentiel terrestre. (Le mouvement peut-être soit uniforme, accéléré, ou ralenti)
2. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le planeur. Tracer les forces sans soucis d'échelle. On représentera le planeur par un point matériel.
3. Calculer les valeurs v_4 et v_6 des vitesses du planeur aux positions 4 et 6
4. Tracer les vecteurs vitesse $\vec{v}_4$ et $\vec{v}_6$. Préciser l'échelle utilisée.

- Construire l'accélération $\vec{a}_5$.
- Sans soucis d'échelle tracer l'accélération $\vec{a}_7$ au point 7.
- Préciser le type de mouvement et la forme des équations horaire de la vitesse et de la position.
- Le même avion tracte avec la même force un planeur plus léger que le planeur précédent. Comparer à la même date t les vecteurs $\vec{a}$ et $\sum \vec{F}$ des deux planeurs.

Exercice 6: Balancier d'un pendule

On a réalisé la chronophotographie du mouvement d'une balle accrochée à un fil. L'intervalle de temps Δt entre deux images successives est 80 ms.

- Calculer les valeurs v_4 et v_6 des vitesses de la balle aux positions 4 et 6.
- Identifier les sources d'erreur dans la détermination de v_4 et v_6 .
- Tracer les vecteurs vitesse $\vec{v}_4$ et $\vec{v}_6$. Préciser l'échelle utilisée.
- Construire l'accélération $\vec{a}_5$.
- Sans contrainte d'échelle, schématiser le vecteur somme des forces $\sum \vec{F}$ qui s'exercent sur la balle dans la position 6.

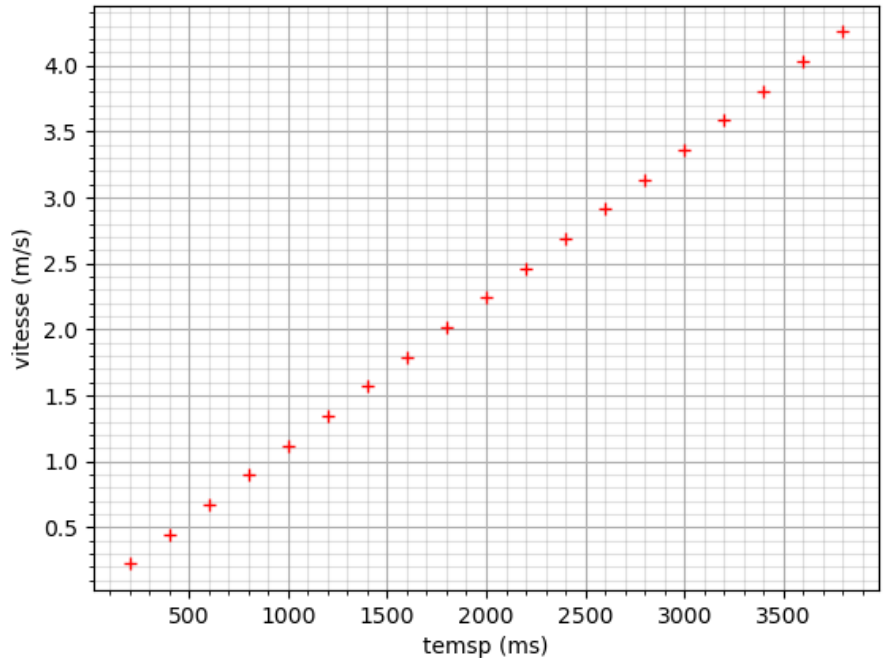


Exercice 7: Étude d'un funboarder

Le funboard est un sport nautique de glisse et un sport extrême, variante de la planche à voile (windsurf). On étudie le deux phases dans le mouvement du planchiste : le démarrage appelé water-start consistant à sortir de l'eau et la prise de vitesse, (partie 1) puis la navigation (partie 2). Tout se passe sur un plan d'eau plat et lisse d'un lac.

Phase de water-start.

Un vidéaste enregistre le démarrage du sportif. Après exploitation sur un logiciel de pointage, il obtient le tableau de mesure ci-dessous.



- Préciser le système d'étude et le référentiel.
- Rappeler la formule permettant le calcul de la vitesse instantanée à $t=600$ ms, et déterminer sa valeur.
- Pourquoi ne peut-on pas déterminer la dernière vitesse ?
- À quel type de mouvement correspond les données du tableau ? (justifier)
- En partant de la courbe, déterminer l'accélération du Funboarder.
- Faire un schéma de la situation du funboarder sur sa planche.

t(ms)	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
x(m)	0	0,022	0,09	0,202	0,358	0,56	0,806	1,098	1,434	1,814
v(m/s)	0	0,224	0,448		0,896	1,12	1,344	1,568	1,792	2,016

Tableau présentant l'exploitation de la vidéo

Phase de navigation

Au cours de la phase de navigation, le vent exerce sur la voile d'une planche à voile une force constante et horizontale de valeur $F=400\text{N}$. Le poids du système formé par le véliplanhiste et la planche à voile est de 90 kg. Au cours de cette phase, une force de frottements s'applique. Elle est représentée par une force horizontale f . Le véliplanhiste est animé d'un mouvement de translation rectiligne uniforme d'une vitesse de 20 nœuds soit $40\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

- faire le bilan des forces.
- les forces agissant sur le mobile se compensent-elles ?
- représenter les forces exercées sur le schéma

Exercice 8: Fusée Ariane V

La propulsion d'Ariane V est assurée par :

- un étage principal cryotechnique (EPC) constitué notamment d'un moteur Vulcain ;
- deux boosters (étages d'accélération à poudre EAP) qui contribuent à environ 90 % de la puissance totale transmise à la fusée au début du décollage.

La masse totale de la fusée est supposée constante pendant la durée de l'étude.

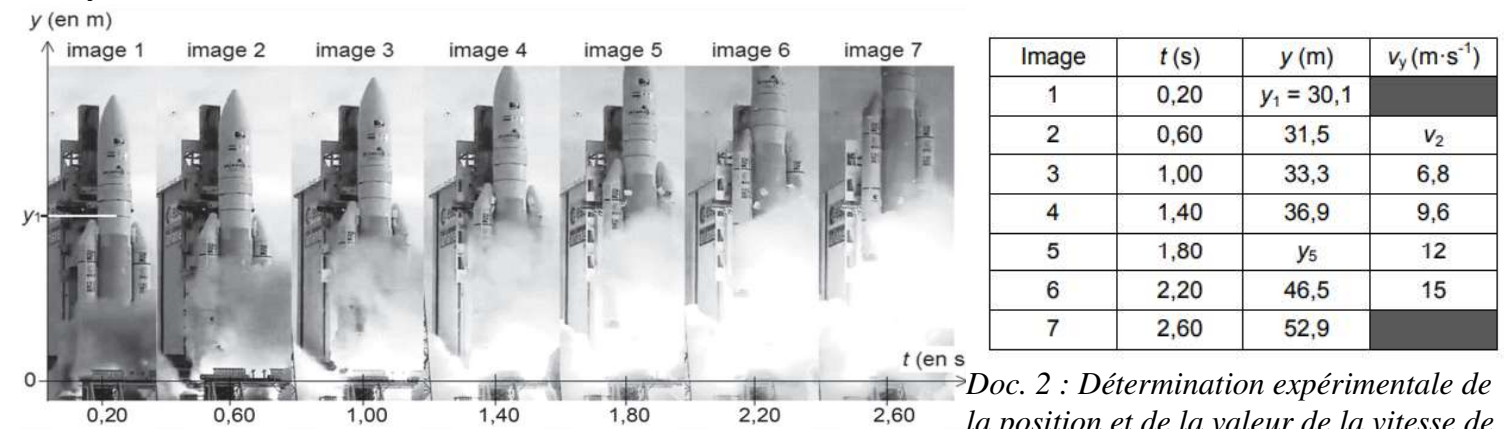
Données : Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

- Masse d'Ariane V au décollage : $M = 750$ à 780 t .
- Norme (ou valeur) de la force de poussée au décollage : $12\,000$ à $13\,000 \text{ kN}$.

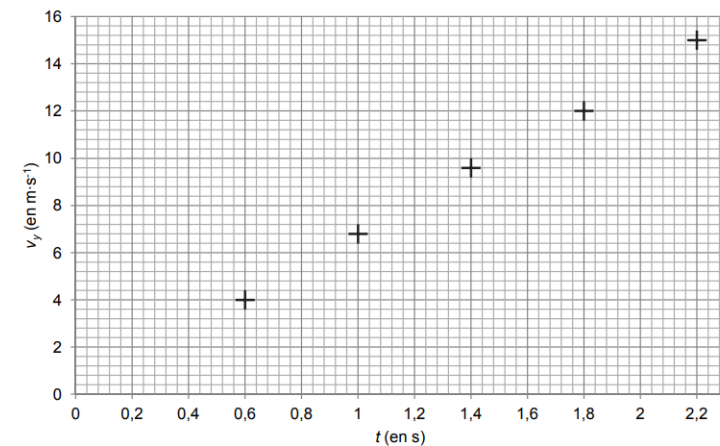
Doc.1 : Début du décollage d'Ariane V.

L'axe vertical a pour origine la base de la fusée au moment du décollage.

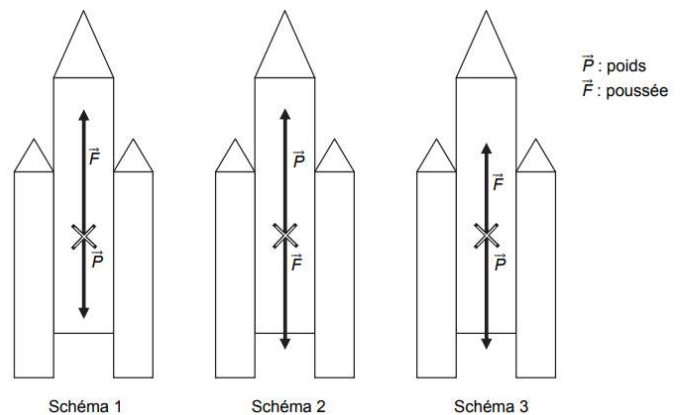
L'image 1 précise l'endroit de la fusée qui sert à repérer son mouvement vertical. Son ordonnée sur l'axe (Oy) est notée y_1 .



Doc. 2 : Détermination expérimentale de la position et de la valeur de la vitesse de la fusée.

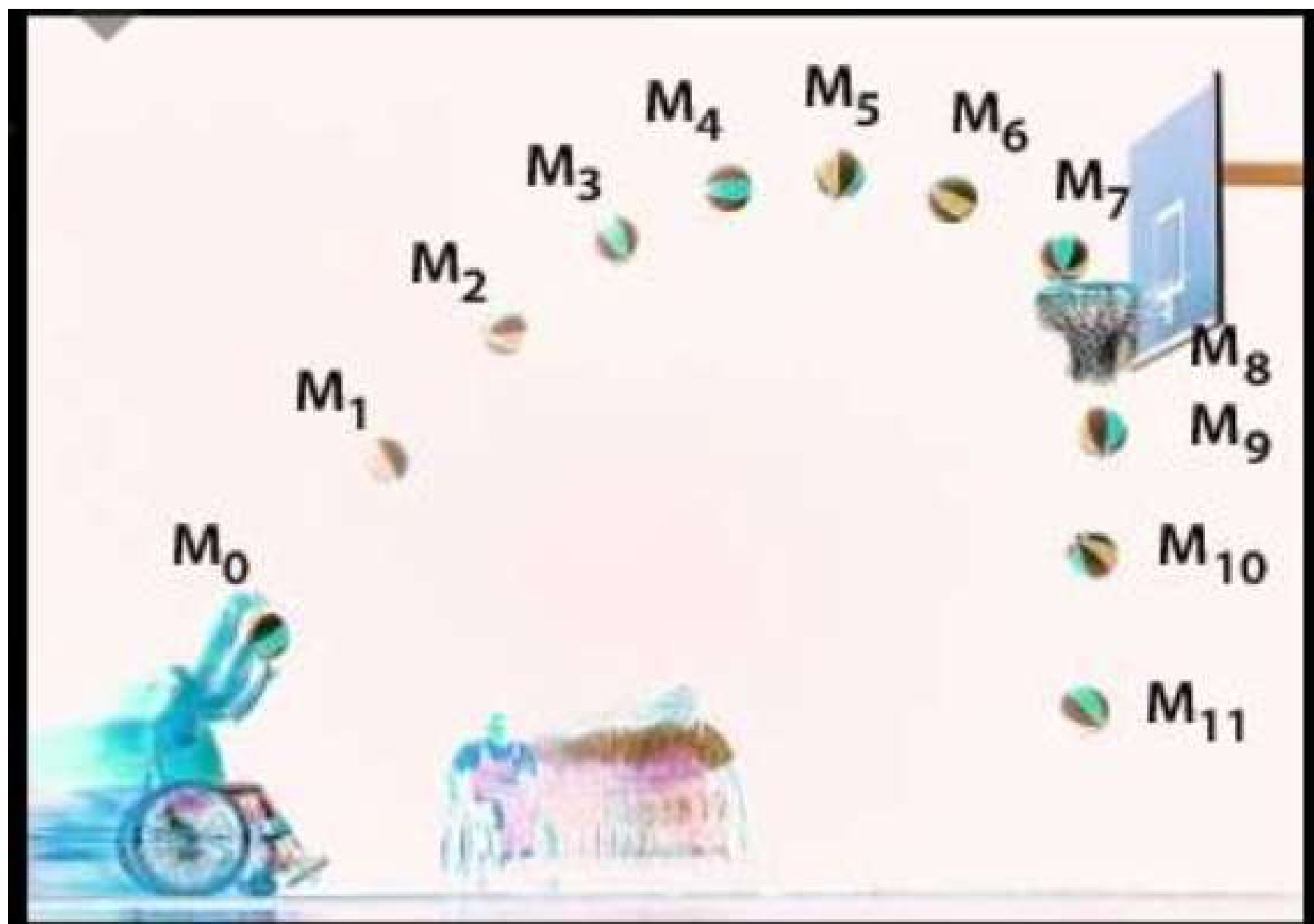


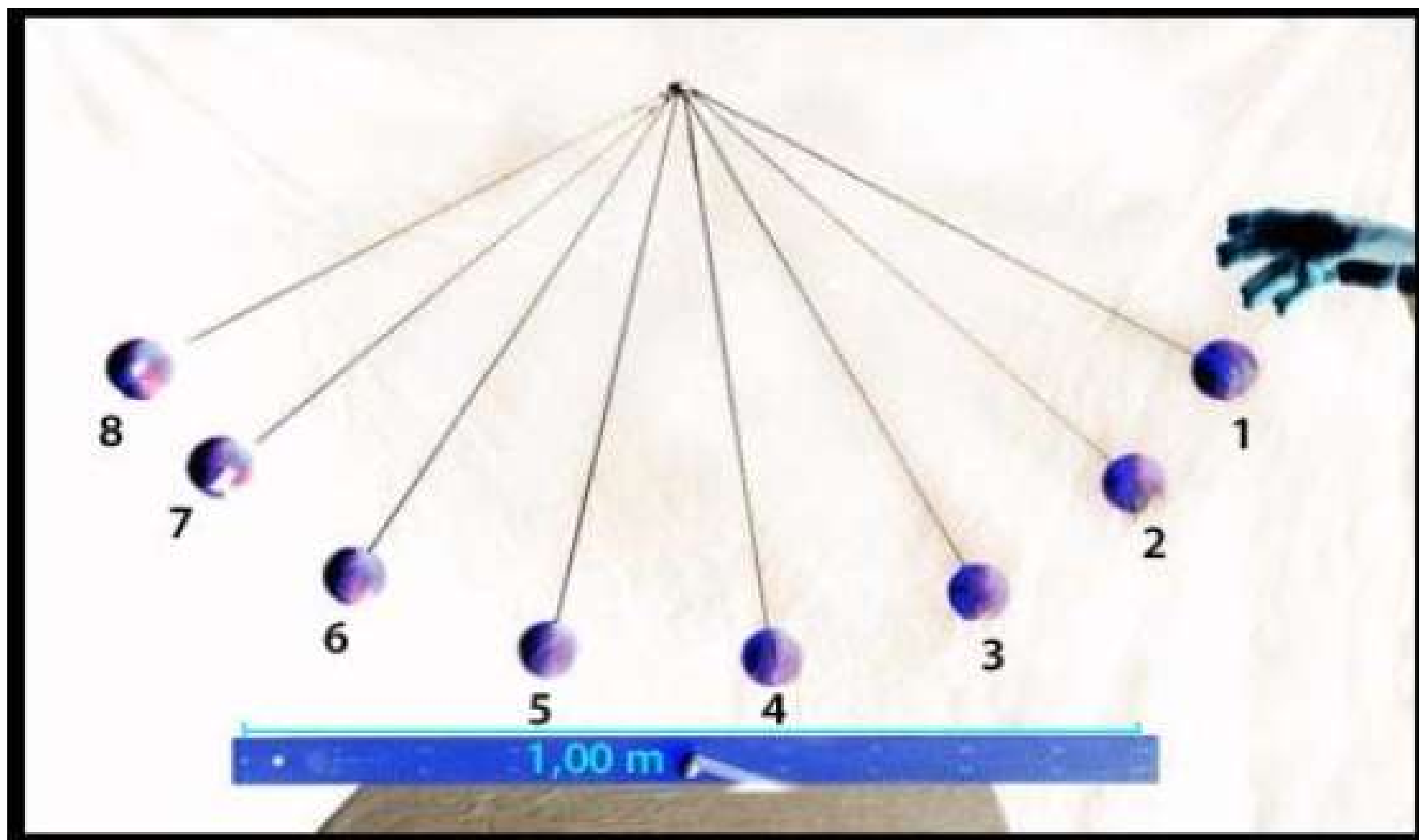
Doc.3 : Evolution de la valeur de la vitesse verticale de la fusée en fonction du temps.



Doc.4 : Proposition de représentation des forces s'appliquant sur la fusée qui vient de quitter le sol.

1. Estimer, à l'aide du doc.1, la valeur de y_5 .
2. Estimer, à l'aide du doc.2, la valeur de v_2 .
3. Montrer que l'accélération de la fusée pendant la durée de l'étude est proche de 7 m.s^{-2} .
4. Préciser, en justifiant, la direction et le sens du vecteur accélération de la fusée.
5. Choisir, parmi les propositions du doc.4, le schéma compatible avec le décollage de la fusée. Justifier.
6. À partir des documents, des résultats précédents et de vos connaissances, estimer la valeur (norme) de la force de poussée au décollage, et vérifier la cohérence de ce résultat avec les données.



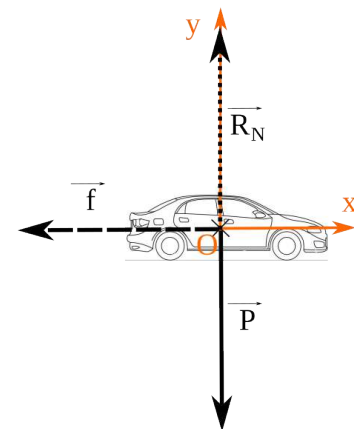


CORRECTION EXERCICES CINÉMATIQUES

Exercice 1: Voiture en mouvement

1. $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} v_x = -40t + 10 \\ v_y = 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \begin{pmatrix} a_x = -40 \\ a_y = 0 \end{pmatrix}$
2. à $t=4,0$ s $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} v_x = -40 \times 4 + 10 \\ v_y = 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x = -150 \\ v_y = 0 \end{pmatrix}$ et $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 150 \text{ m.s}^{-1}$
à $t=7,0$ s $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} v_x = -40 \times 7 + 10 \\ v_y = 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x = -270 \\ v_y = 0 \end{pmatrix}$ et $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 270 \text{ m.s}^{-1}$
3. le MRUV, car l'accélération est une constante non nulle.
4. À $t=10$ s, $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} v_x = -40 \times 10 + 10 \\ v_y = 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x = -390 \\ v_y = 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \begin{pmatrix} a_x = -40 \\ a_y = 0 \end{pmatrix}$ $\vec{v} \cdot \vec{a} > 0$ le système accélère
5. le système d'étude est immobile lorsque la vitesse est nulle donc
 $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \begin{pmatrix} v_x = -40t + 10 = 0 \\ v_y = 0 \end{pmatrix}$ donc $-40t + 10 = 0$ donc pour $t = -10 / -40 = 0,25$ s.

Exercice 2: Une voiture au ralenti



Exercice 2 - question 3

1. On se place dans un référentiel terrestre supposé galiléen, et l'on étudie la voiture comme système d'étude.
 2. Nous avons le poids, la réaction du support et les frottements solides.
 3. Ci-joint.
 4. Il s'agit d'un mouvement rectiligne uniformément varié (ralenti)
- $$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$
- $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m\vec{a}$, donc sur l'axe (Ox) on a $-f = m \times a_x$ sur l'axe (Oy) on a
- $$R_N - P = m \times a_y = 0$$

5. En partant de la projection sur (Ox), on obtient $-f = m \times a_x \rightarrow f = -m \times a_x = -1,2 \times 10^3 \times -1,5 = 1800 \text{ N}$
6. Dans un mouvement rectiligne uniforme, la position est de type parabolique (courbe A), la vitesse est une fonction affine (courbe B) et l'accélération une constante (Courbe C)
7. la vitesse est du type $V_x = mt + p$ avec $p = 25 \text{ m.s}^{-1}$ et m le coefficient directeur calculé par la relation suivante :

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{10 - 25}{10 - 0} = -1,5 \text{ m.s}^{-2}$$
 on choisit A(0 s ; 25 m.s⁻¹) et B(10 s ; 10 m.s⁻¹)
8. le principe est de reprendre le calcul du coefficient directeur, correspondant dans ce cas l'accélération.

Exercice 3: Chronophotographie d'un lancé franc

1. Cf construction à la fin.
2. De part la deuxième loi de Newton $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$, la somme des force ou résultante suit l'accélération obtenue par $\Delta \vec{v}$. Donc la résultante est verticale, vers le bas.

Exercice 4: Étude de courbes

- courbe 1 : ordonnée de la position

courbe 2 : vitesse verticale

courbe 3 : abscisse de la position

courbe 4 : accélération horizontale

courbe 5 : accélération verticale

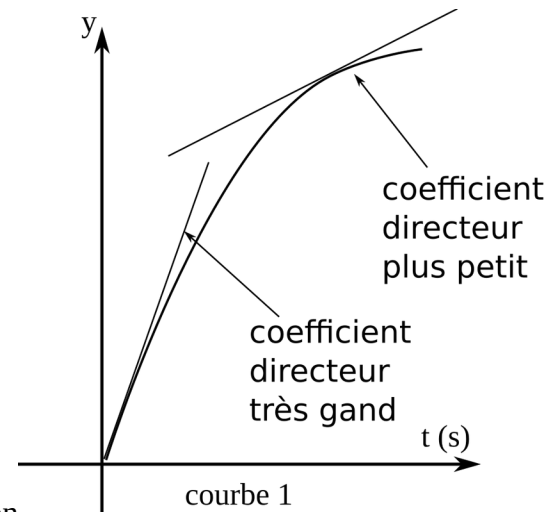
courbe 6 : vitesse horizontale
- le mouvement est non uniforme car $a_x \neq 0$ et $a_y \neq 0$
- à $t=5,0$ s par lecture graphique sur les courbes $\overrightarrow{OM} \begin{pmatrix} x=70 \text{ mm} \\ y=75 \text{ mm} \end{pmatrix}$
- par lecture graphique à $t=3,0$ s $\vec{v} \begin{pmatrix} v_x=12 \text{ mm/s} \\ v_y=12 \text{ mm/s} \end{pmatrix}$ et $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=16,9 \text{ mm/s}$
- la droite correspondant à v_y est du type $v_y=a.x+b$ sa dérivée $\frac{dv_y}{dt}=a$ le coefficient directeur.

Calculons donc le coefficient directeur

On choisit deux points A(0 ; 20) et B(5 ; 10) puis on applique le calcul du coefficient directeur :

$$a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{10 - 20}{5 - 0} = -2 \text{ mm/s}^2$$

- Le nombre dérivé correspond à la pente de la tangente au point considéré. Or la pente de la tangente diminue au cours du temps, coordonnée verticale de la position donc v_y diminuera également.

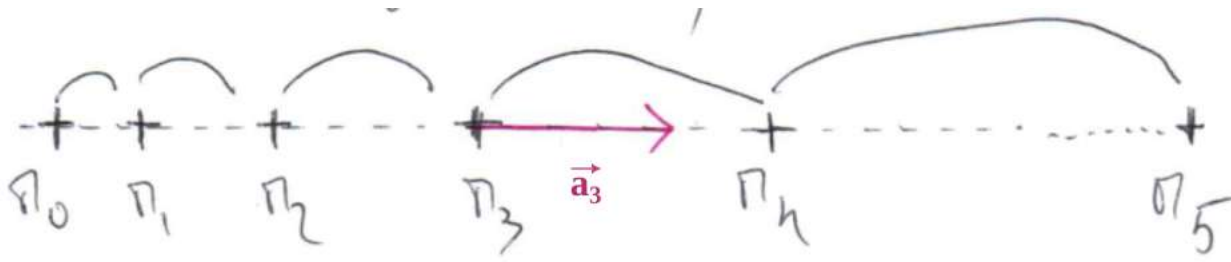


- Ici la date correspond à $t=10$ s (courbe 2 en prolongeant la courbe sur l'axe du temps ($v_y=0$ mm/s) donc à l'aide des autres courbes on obtient $\overrightarrow{OM} \begin{pmatrix} x=130 \text{ mm} \\ y=100 \text{ mm} \end{pmatrix}$ et la distance $d=\sqrt{x^2+y^2}=164 \text{ mm}$

Exercice 5: Planeur au décollage

Le mouvement est rectiligne uniformément accéléré, car la trajectoire est une droite et le distance entre les positions augmente.

Système d'étude le planeur, le référentiel est terrestre supposé galiléen. Les forces sont le poids, la réaction du support, la force de traction ou tension du fil.



Exercice 6: Balancier d'un pendule

1. $\begin{matrix} 1\text{ m} \rightarrow 15\text{ cm} \\ \text{échelle} \rightarrow 1\text{ cm} \end{matrix} \quad \text{échelle} = \frac{1 \times 1}{15} = \frac{1}{15}$

$$v_4 = \frac{d_{35} \times \text{échelle}}{2\tau} = \frac{7 \times 1/15}{2 \times 80 \times 10^{-3}} = 2,9 \text{ m.s}^{-1}$$
$$v_6 = \frac{d_{57} \times \text{échelle}}{2\tau} = \frac{6 \times 1/15}{2 \times 80 \times 10^{-3}} = 2,5 \text{ m.s}^{-1}$$

2. Les erreurs proviennent des mesures réalisées sur le papier ou au cours de la prise de vue de la vidéo

3. on choisit une échelle de 1 cm ou 2 m.s⁻¹, donc $\vec{v}_4 \rightarrow 5,8\text{ cm}$ et $\vec{v}_6 \rightarrow 5\text{ cm}$

Pour les vitesses, voir la construction en fin de document.

4. Pour l'accélération voir la construction en fin de document. Par mesure $\Delta v_5 \rightarrow 3,8\text{ cm}$ donc

$$\Delta v_5 = 1,9 \text{ m.s}^{-1}$$

$$a_5 = \frac{\Delta v}{2\tau} = \frac{1,9}{2 \times 80 \times 10^{-3}} = 11,9 \text{ m.s}^{-2}$$

5. Le système d'étude est le pendule, le référentiel est terrestre supposé galiléen. Les forces en présence sont le poids et la tension du fil.

6. Comme la $\sum F_{\text{ext}} \neq \vec{0}$, la seconde loi de Newton s'applique. La trajectoire est supposée rectiligne le mouvement accéléré. On a à faire à un mouvement rectiligne uniformément varié. Trajectoire décrite ci-dessous

Exercice 7: Étude d'un funboarder

Exercice 8: Fusée Ariane V