

Nom et prénom :

Activité réalisée avec :

Date :

Rappel des consignes (à lire intégralement, ainsi que le protocole, avant de commencer)

Veillez réaliser l'activité et le rapport manuscrit (un par élève, même si les deux élèves d'un binôme rendent des rapports identiques). Respectez les règles habituelles quant à la présentation et à l'orthographe, notamment : en-tête rempli, pas de crayon (sauf pour les dessins) ni d'effaceur (erreurs éventuelles à biffer proprement), soin de la langue française, protocole/graphique(s)/données à rendre avec le rapport, précision dans les dessins et les résultats (nombre pertinent de chiffres significatifs).

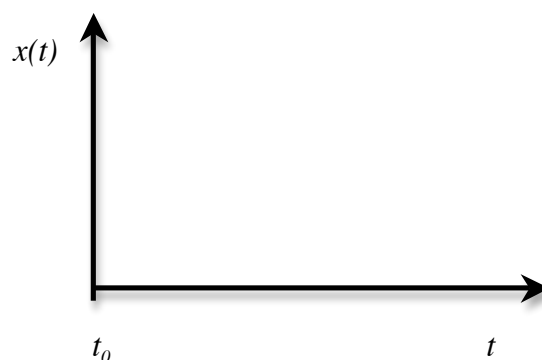
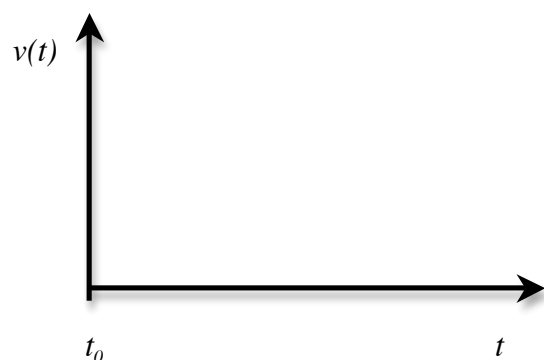
LE MRUA

Le but de cette activité est d'étudier le mouvement d'un corps qui descend un plan incliné, comme un enfant sur un toboggan ou un chariot sur un rail, *avant* le freinage.




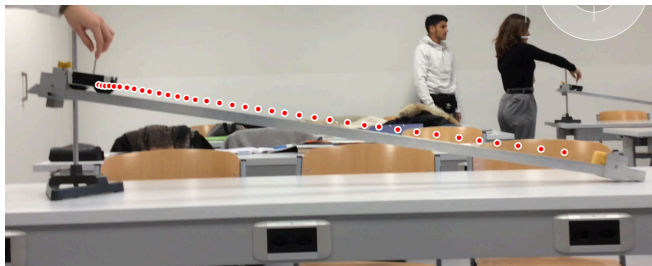
I. Prévisions

- Quel type de mouvement s'attend-on dans cette situation (MU, MR, MRU, autre à spécifier)? *Justifier.*
- Prévoir l'allure (qualitative) des graphiques de la vitesse et de la position du corps en fonction du temps à partir de l'instant du début de la descente, qu'on appellera t_0 , et avant le freinage. *Justifier.*



II. Prise des mesures avec l'iPad


- a) Mettre en marche le iPad (*mot de passe: 0987*).
- b) Appeler le programme « Video Physics » (Icône: .
- c) Débuter une nouvelle Expérience (+) et sélectionner « Faire un film ».







- d) Durant le film
 - tenir le iPad de manière stable, de telle manière que toute la trajectoire à filmer soit dans le cadre ;
 - se positionner de sorte que le mouvement de l'objet soit filmé de gauche à droite (cf. image ci dessus) ;
 - s'assurer que le corps filmé soit bien visible par rapport au fond (p. ex. corps noir sur fond blanc), de sorte que l'application puisse en reconnaître le mouvement.
- e) Mettre le corps en mouvement et débiter le film. Arrêter de filmer immédiatement après que le corps ait parcouru le plan incliné. Ensuite, appuyer sur l'option « Utiliser ».
- f) Cliquer en haut à gauche sur « Expériences » et enregistrer le nouveau film en cliquant sur « i » (= *informations*) puis en donnant un nom explicite comme: « **Toboggan Elève X** ».

III. Création des graphiques sur iPad


Le film enregistré peut-être visualisé au ralenti et à répétition.

- a) Faire glisser le doigt sur le curseur afin de sélectionner l'image du corps au début de sa trajectoire (quand sa vitesse est nulle).
- b) Placer la cible précisément sur l'image du corps (régler sa taille, ni trop grande ni trop petite), puis appuyer sur « Tracer ». La cible suit automatiquement le corps dans son mouvement.
- c) Ne garder que les points de la trajectoire avant la phase de freinage, les autres points pouvant être supprimés en les sélectionnant (ils deviennent alors bleus) et en cliquant « Supprimer ».
- d) Définir un repère ayant comme origine le premier point du traçage et l'axe des x orienté dans la direction du plan incliné: nous pourrons ainsi étudier le mouvement en ne considérant que cette coordonnée.
- e) Définir l'échelle (par exemple avec la mesure de la longueur du plan) puis visualiser les graphiques via l'icône . L'application donne le graphique de la trajectoire ($x ; y$), le *diagramme horaire* $x(t)$ et celui de la vitesse en fonction du temps $v_x(t)$. Elle donne aussi le diagramme horaire $y(t)$ et celui de $v_y(t)$, représentant les petites oscillations perpendiculaires au mouvement, dont nous ne tenons pas compte.

- f) Appeler le temps du début de la mesure t_0^* et la position initiale $x(t_0) = x_0$.
- g) Pour visualiser les données et travailler avec les graphiques:
- cliquer sur l'icône ,
 - puis sur « *Fichier Données* » + « *Ouvrir dans...* »,
 - choisir l'application *Graphical Analysis* (Icône : .
- h) L'application *Graphical Analysis* visualise les graphiques du mouvement. En cliquant sur les noms des paramètres observés sur l'axe vertical, les différents graphiques peuvent être sélectionnés ou non. En cliquant sur l'icône en bas à gauche  il est possible de choisir le format des points (« *Options graphe* ») ou d'ajouter une courbe de tendance.
- i) Pour visualiser le tableau des données, cliquer sur la première icône en haut à droite  et choisir « *Tableau* ».
- j) **Important** : envoyer les graphiques terminés et le tableau des données par email à votre adresse favorite afin de pouvoir les joindre à votre analyse par la suite.

IV. Analyse des résultats

i) Vitesse en fonction du temps


- a) Quel type de courbe suit mieux l'allure des données du graphique de $v_x(t)$ (plateau, droite, parabole, autre...)?
- b) Quelle relation entre Δv_x et Δt traduit-t-elle (proportionnalité directe, inverse, ...)?
- c) En utilisant le tableau des données et le graphique, déterminer
- la pente et
 - l'ordonnée au temps t_0
- du graphique de la vitesse en fonction du temps $v_x(t)$, avec les unités.
Arrondir les données à deux chiffres après la virgule.
- d) Ecrire l'équation de la *fonction* $v_x(t)$ pour ce mouvement[♦].
- e) À quelles grandeurs physiques[❖] correspondent la pente et l'ordonnée au temps t_0 calculées au point (c) ?
- f) Cliquer sur l'icône en bas à gauche  et choisir « *Appliquer une régression* » pour la courbes de $v_x(t)$ (type « *Affine* »). Ensuite, comparer l'équation de cette courbe avec celle écrite au point (d).

* Le temps t_0 n'est pas forcément égal à 0s.

♦ Ici v_x est la variable dépendante (axe y, des ordonnées) et t celle indépendante (axe x, des abscisses).

❖ Quelques exemples de grandeurs physiques, qu'elles soient des scalaires ou des vecteurs, sont la masse, le temps, la position, la vitesse, la température.

ii) Diagramme horaire (position en fonction du temps)

- g) Quel type de courbe suit mieux l'allure des données du *diagramme horaire* $x(t)$ (plateau, droite, parabole, autre...)?
- h) Quelle relation entre x et Δt traduit-t-elle (proportionnalité directe, inverse, ...)?
- i) Cliquer sur l'icône en bas à gauche  et choisir « *Appliquer une régression* » pour la courbe de $x(t)$. Choisir la courbe cohérente avec la réponse donnée au point (g). Par exemple :
- Droite par l'origine : « *Linéaire* »
 - Droite qui ne passe pas par l'origine : « *Affine* »
 - Parabole : « *Quadratique* »
 - ...
- j) Ecrire l'*équation horaire* de la *fonction* $x(t)$ de ce mouvement donnée par l'application*, avec un nombre pertinent de chiffres significatifs dans les paramètres.
- k) À quelles grandeurs physiques correspondent les valeurs des paramètres de cette courbe?

V. Conclusions

- Revenir sur les prévisions de départ et les confronter aux résultats.
- Qu'avez-vous appris grâce à vos mesures et à votre analyse ?

* Ici x est la variable dépendante (axe y , des ordonnées) et t celle indépendante (axe x , des abscisses).

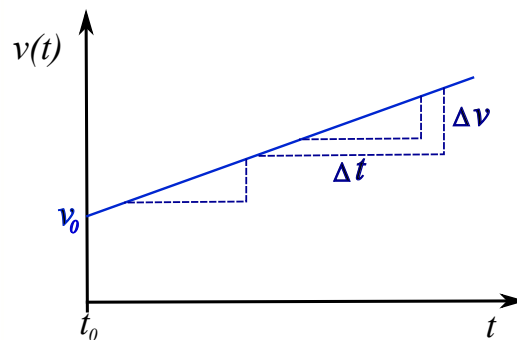
LE MRUA - Exemple de corrigé

I. Prévisions

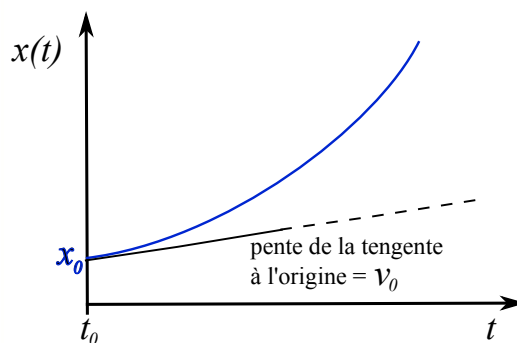
a) Quel type de mouvement décrit mieux cette situation (MU, MR, MRU, autre à spécifier)?

La vitesse ne change pas de direction, mais elle change d'intensité : elle est nulle au départ et elle augmente. On peut supposer qu'elle augmente proportionnellement à la durée à partir du début de la descente : un MRUA.

b) Prévoir quel type de courbe suivront les diagrammes de la vitesse et de la position du corps en fonction du temps : tracer l'allure (qualitative) des graphiques $v(t)$ et $x(t)$, à partir du début de la descente, qu'on appellera t_0 , et avant le freinage.



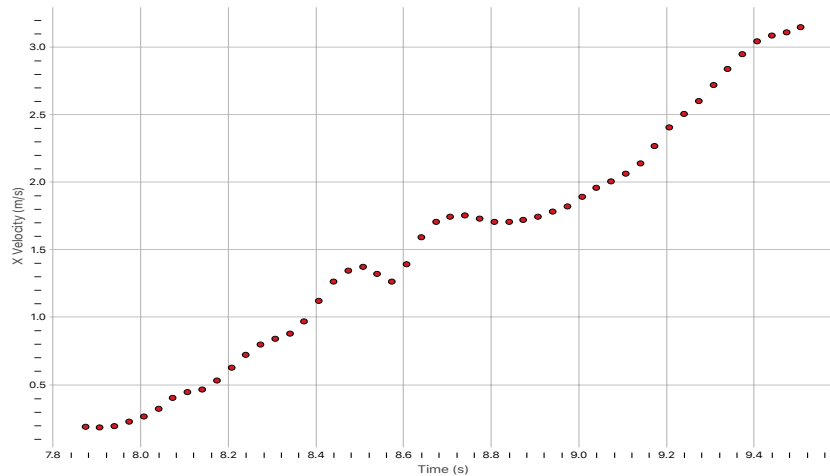
Dans un MRUA, la variation de vitesse est proportionnelle à la durée correspondante : $\Delta v/\Delta t = a = \text{constante}$.



Dans le diagramme horaire, la vitesse étant donnée par la pente de la droite tangente à chaque instant, elle augmente de manière uniforme, il s'agit donc d'une fonction **convexe** (une parabole) :

IV. Analyse des résultats

i) Vitesse en fonction du temps



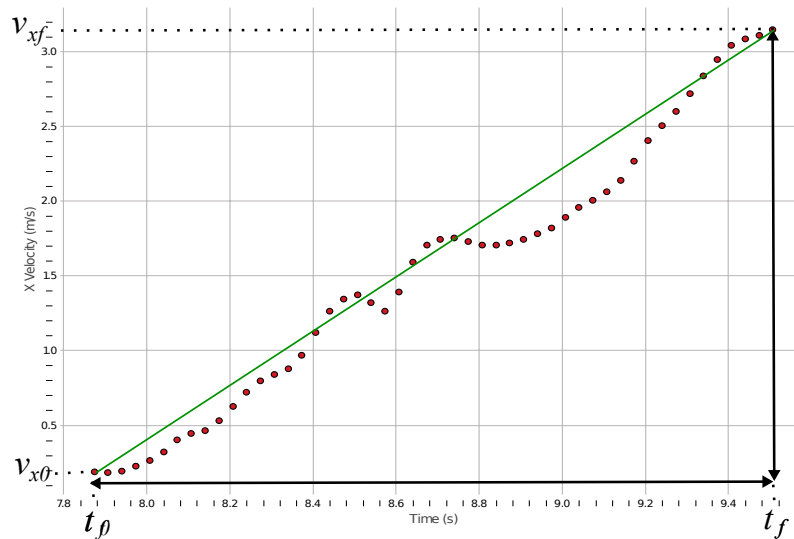
- a) *Quel type de courbe suit mieux l'allure des données du diagramme de la vitesse en fonction du temps $v_x(t)$ (plateau, droite, parabole, autre...) ? Une ligne droite.*
- b) *Quelle relation entre v_x et t traduit-t-elle (proportionnalité directe, inverse, relation quadratique, ...)? Une proportionnalité directe : $\Delta v_x = \text{constante} \cdot \Delta t$. On peut aussi dire que v_x et t sont liées par une relation *linéaire* ou *affine*.*
- c) + e) *À l'aide des données du mouvement, estimer (1) la pente et (2) l'ordonnée à l'origine du diagramme horaire $v_x(t)$, avec les unités. Arrondir les données à deux chiffres après la virgule. À quelles grandeurs physiques correspondent la pente et l'ordonnée à l'origine calculées au point f) ci-dessus ?*

La *pente* a correspond à l'*accélération* $a_x = \text{accélération}$, qu'on assume constante (graphique d'une droite). Nous pouvons donc calculer l'accélération moyenne entre le temps initial (t_0) et final (t_f), en utilisant les données du tableau (en annexe au corrigé).

$$a = a_x = \frac{v_{xf} - v_{x0}}{t_f - t_0} = \frac{3,15 - 0,19}{9,51 - 7,87} = \frac{2,96 \text{ m/s}}{1,64 \text{ s}} = 1,8 \text{ m/s}^2.$$

La pente calculée dans n'importe quel autre intervalle sera la même, dans la limite de précision de quelque dixième de m/s^2 (à *deux chiffres significatifs* près, à cause des variations de la vitesse non parfaitement uniformes).

L'*ordonnée au temps* t_0 (= 7,87 s) est la *vitesse au temps initial* : $b = v_x(t_0) = v_{x0} = 0,19 \text{ m/s}$.



d) $v_x(t) = a \cdot (t - t_0) + b \Rightarrow v_x(t) = a_x \cdot (t - t_0) + v_{x0}$

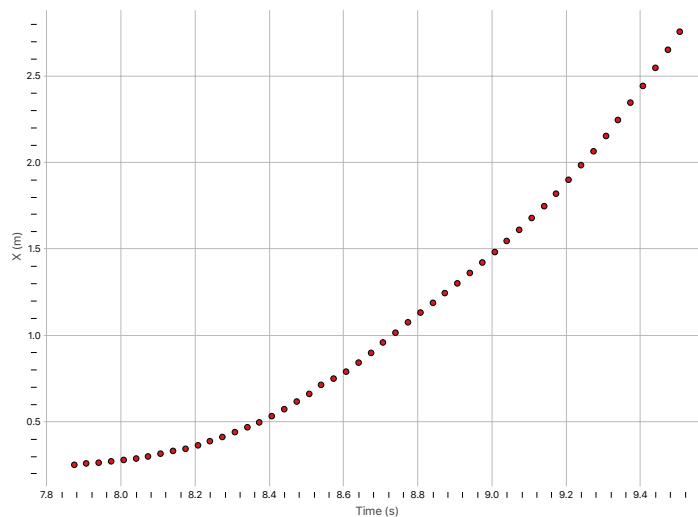
$$\Rightarrow v_x(t) = \underbrace{1,80}_{\text{m/s}^2} \cdot (t - \underbrace{7,87}_{\text{s}}) + \underbrace{0,19}_{\text{m/s}} \quad \text{ou} \quad x(t) = \underbrace{1,8}_{\text{m/s}^2} t - \underbrace{14}_{\text{m/s}}$$

-14 m/s = $v(t = 0 \text{ s})$ est l'ordonnée à l'origine ($0 \text{ s} \neq t_0$).

Il s'agit de la vitesse que l'enfant aurait eu à l'instant $t = 0 \text{ s}$ (7,87s avant le début de la descente) s'il avait eu le mouvement de MRUA depuis cet instant.

Attention : résultats numériques à 2 chiffre significatifs près (fluctuations à l'augmentation uniforme de la vitesse).

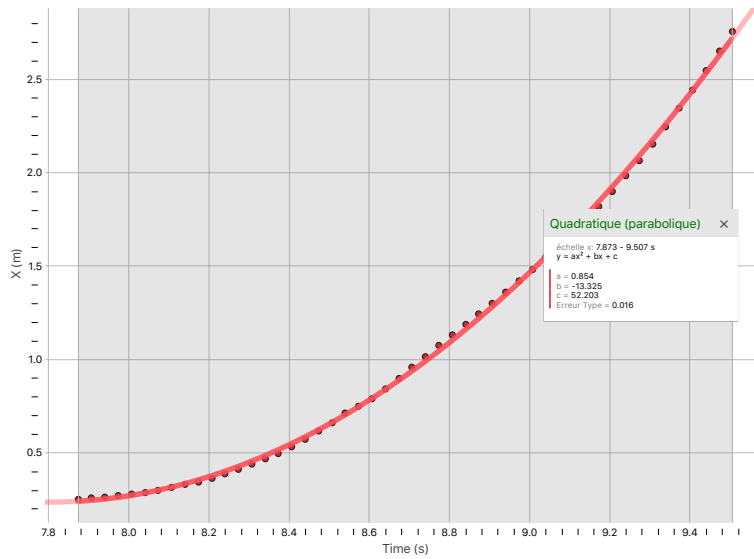
ii) diagramme horaire (position en fonction du temps)



g) Quel type de courbe suit mieux l'allure des données du diagramme horaire $x(t)$ (plateau, droite, parabole, autre...)? Une parabole.

h) Quelle relation entre x et Δt traduit-elle (proportionnalité directe, inverse, relation quadratique, ...)? Une relation quadratique : $\Delta x = \text{constante} \cdot \Delta t^2 + \text{constante} \cdot \Delta t$ ou $x(t) = a(t - t_0)^2 + b(t - t_0) + c$, où les paramètres a , b et c sont à déterminer.

i)



j)+k) Avec la notation ci-dessus

$$a = \frac{1}{2}a_x \text{ [m/s}^2\text{]} = 0,854$$

$$\Rightarrow a_x = 2 \cdot 0,854 \text{ m/s}^2 = 1,7 \text{ m/s}^2$$

$$x(t) = 0,85 t^2 - 13 t + 52$$

La valeur $b = -13 \text{ m/s} = v(t = 0 \text{ s})$. Ces deux valeurs sont en accord avec celles trouvées dans le point (i) (-14 m/s et $1,8 \text{ m/s}^2$), à deux chiffres significatifs près.

$c = 52 \text{ m} = x(t = 0 \text{ s})$: l'ordonnée au temps $t = 0 \text{ s}$ si le mouvement avait eu la même accélération constante depuis cet instant.

Time (s)	X (m)	Y (m)	Vx (m/s)	Vy (m/s)
7.873333	0.250302	0.417948	0.190875	0.158581
7.906667	0.257019	0.423954	0.184695	0.131015
7.94	0.262154	0.42778	0.192143	0.093763
7.973333	0.268825	0.429544	0.227219	0.07394
8.006667	0.277557	0.432844	0.264406	0.052718
8.04	0.285764	0.432546	0.322687	0.053391
8.073333	0.298095	0.435321	0.402496	0.086135
8.106667	0.314024	0.43757	0.446797	0.137846
8.14	0.328942	0.445479	0.46573	0.16264
8.173333	0.343334	0.449789	0.530816	0.147007
8.206667	0.363386	0.455111	0.625042	0.131711
8.24	0.384974	0.45837	0.722704	0.118975
8.273333	0.412222	0.46264	0.798536	0.114022
8.306667	0.43947	0.46691	0.838288	0.082186
8.34	0.468254	0.469119	0.878814	0.024207
8.373333	0.496512	0.467729	0.966976	-0.011638
8.406667	0.53043	0.46735	1.119517	-0.015549
8.44	0.571544	0.46592	1.264006	0.009277
8.473333	0.616782	0.467562	1.342602	0.065165
8.506667	0.662019	0.469204	1.372048	0.161917
8.54	0.71138	0.473919	1.317847	0.367349
8.573333	0.750513	0.496663	1.261218	0.4828
8.606667	0.788596	0.512212	1.391726	0.422395
8.64	0.84107	0.525658	1.590216	0.31378
8.673333	0.898152	0.53292	1.703407	0.197722
8.706667	0.95677	0.538119	1.743393	0.104607
8.74	1.014863	0.53972	1.751275	0.022306
8.773333	1.074492	0.53926	1.728366	-0.040186
8.806667	1.129998	0.535728	1.70731	-0.058545
8.84	1.187565	0.533731	1.706974	-0.029405
8.873333	1.243596	0.533796	1.71735	-0.000298
8.906667	1.301689	0.535398	1.740864	-0.017514
8.94	1.359256	0.533401	1.779301	-0.058345
8.973333	1.420421	0.530879	1.819928	-0.084185
9.006667	1.479525	0.526821	1.888922	-0.083547
9.04	1.546349	0.52531	1.958354	-0.079909
9.073333	1.611112	0.522262	2.002451	-0.092476
9.106667	1.679473	0.518689	2.059452	-0.090085
9.14	1.747834	0.515115	2.13798	-0.055623
9.173333	1.820319	0.514614	2.26539	-0.01146
9.206667	1.898463	0.515124	2.404726	0.009525
9.24	1.982267	0.516644	2.504072	-0.012643
9.273333	2.065545	0.514566	2.598231	-0.049365
9.306667	2.154483	0.513499	2.715937	-0.092589
9.34	2.246493	0.508308	2.838798	-0.131973
9.373333	2.344162	0.504128	2.947577	-0.152457
9.406667	2.443368	0.497886	3.038839	-0.156603
9.44	2.548234	0.492655	3.083065	-0.12846
9.473333	2.649502	0.487949	3.108121	-0.064904
9.506667	2.755418	0.489913	3.144758	0.002472