

ANNEXE 1 : Expérience – Le mouvement uniforme

Nom : _____

Date : _____

Introduction

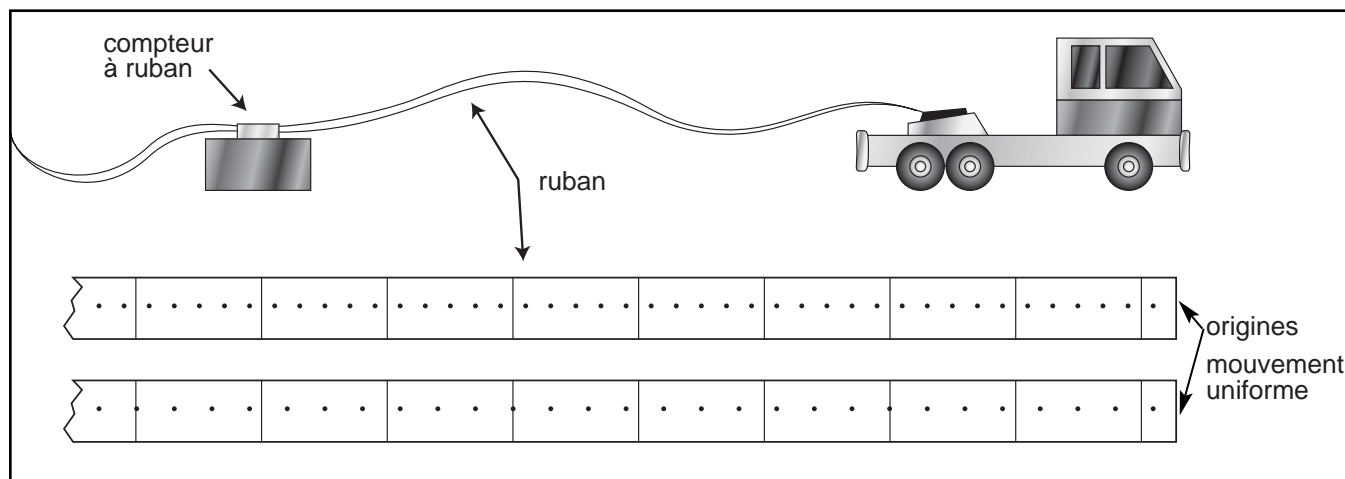
Lors de cette expérience, il faudra utiliser un minuteur-enregistreur pour étudier le déplacement d'un corps. On peut utiliser un jouet (à ressort ou électrique), un chariot dynamique, ou faire appel à un volontaire pour générer différents types de mouvements uniformes (ex. : individu qui marche, qui court, etc.). Quand le ruban est mis en marche, il enregistre des points sur un ruban de papier. Les points enregistrés sur le ruban donnent une *représentation visuelle* du mouvement. La position à la fin de chaque intervalle de temps correspond à la distance et à la direction parcourus par le corps en fonction de l'origine.

Hypothèse

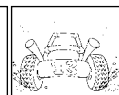
Prédise comment les points seront répartis sur le ruban si le corps se déplace à vitesse constante en ligne droite. Explique pourquoi les points seront disposés de cette façon. Note ton hypothèse dans ton carnet scientifique. Décris aussi les variables que tu dois garder constantes pour assurer la validité de l'expérience.

Démarche

1. Installe un bout du ruban dans le minuteur et attache l'autre bout sur le chariot (voir le schéma ci-dessous). Démarre le minuteur puis laisse partir le chariot. Laisse filer le chariot à vitesse constante jusqu'à ce que ton groupe ait au moins 10 intervalles de six points (ces intervalles doivent être notés lorsque le chariot voyage à vitesse constante).



2. Présente tes données sous forme d'un tableau d'observations bien étiqueté, clair et net (représentation numérique). Le tableau doit indiquer le temps et la position par rapport au point de départ. Indique les unités de mesure utilisées. À l'aide des données du tableau, construis un graphique de la position en fonction du temps pour t'aider à déterminer s'il existe une relation entre le déplacement du corps et l'intervalle de temps (représentation graphique).

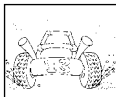


ANNEXE 1 : Expérience – Le mouvement uniforme (suite)

Analyse et conclusion

Réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. Ton hypothèse correspond-elle à l'apparence des points sur le minuteur?
2. Quelle est l'apparence de la courbe du graphique?
3. Quelle est la relation entre le déplacement d'un corps et l'intervalle de temps?
4. Si le temps double, qu'arrive-t-il au déplacement?
5. De quelle façon exprime-t-on cette relation mathématique (Δd = déplacement, t = temps)?
6. Calcule la pente du graphique (n'oublie pas d'indiquer les unités).
7. Que représente la pente du graphique?
8. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet immobile?
9. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet qui se déplace à vitesse constante, mais plus rapidement que le corps en mouvement dans l'expérience?
10. Y a-t-il des erreurs expérimentales qui ont peut-être affecté tes résultats? Inscris ici tes inquiétudes par rapport à la validité de tes données. (Cette étape est très importante : les scientifiques n'hésitent pas à s'autocritiquer s'ils doutent de leurs résultats.)
11. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 2 : Le mouvement uniforme – Renseignements pour l'enseignant

Un mouvement uniforme donne des points équidistants sur le ruban du minuteur-enregistreur, indiquant la position du corps à intervalles réguliers. La **position** à la fin de chaque intervalle de temps correspond à la distance et à la direction parcourue par le corps en fonction de l'origine. Le **déplacement** signifie le changement ou la variation dans la position du corps. Puisque la fréquence d'un minuteur-enregistreur est habituellement de 60 Hz, les intervalles de 6 points représentent donc 0,1 seconde. Il est possible également de donner une valeur arbitraire aux intervalles de points (par exemple 6 points représentent 1 seconde).

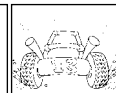
La courbe qui représente la position en fonction du temps quand un objet est en mouvement uniforme devrait être une ligne droite. Les élèves n'obtiendront peut-être pas une ligne droite en raison d'erreurs expérimentales (les élèves auraient pu choisir des points au début du ruban qui ne représentent pas une vitesse constante) ou en raison de la limite des instruments (la voiture jouet ne voyage peut-être pas à vitesse constante ou le minuteur ne vibre peut-être pas de façon constante). Ils doivent donc tracer la droite la mieux ajustée.

Le concept de pente peut être difficile à comprendre pour certains élèves quoiqu'il soit couvert en mathématiques de secondaire 2 (pré-calcul et appliqué). En secondaire 1, les élèves déterminent une relation à partir d'une droite la mieux ajustée mais ne font pas de calcul de pente. La pente d'un graphique de la position en fonction du temps, donnée par $\Delta d/\Delta t$, représente le taux de changement dans la position (déplacement) et indique la vitesse vectorielle. On peut mettre l'accent sur une analyse qualitative de la pente dans le contexte d'un graphique de la position en fonction du temps pour constater que plus la pente est aiguë, plus la vitesse est grande, et vice versa :

- i) une droite horizontale : aucun mouvement; le corps est stationnaire;
 - ii) une droite à faible pente (progression) : vitesse uniforme et relativement lente;
 - iii) une droite à pente raide (progression) : vitesse uniforme et relativement rapide;
 - iv) une droite à pente négative (régression) : vitesse uniforme en direction opposée.
- (Voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p.308, 309, 322 et 323.)

Réponses

- 1. Les réponses vont varier.
- 2. La courbe est une ligne droite.
- 3. Le déplacement augmente si le temps écoulé augmente.
- 4. Si le temps double, le déplacement double.
- 5. La relation mathématique entre la position et le temps écoulé est $\Delta d \propto t$ (le déplacement est proportionnel au temps).
- 6. Les réponses vont varier.
- 7. La pente du graphique représente la vitesse vectorielle de l'objet.
- 8. La pente d'un graphique de la position en fonction du temps pour un objet immobile serait représentée par une ligne horizontale.
- 9. La pente du graphique serait plus aiguë.

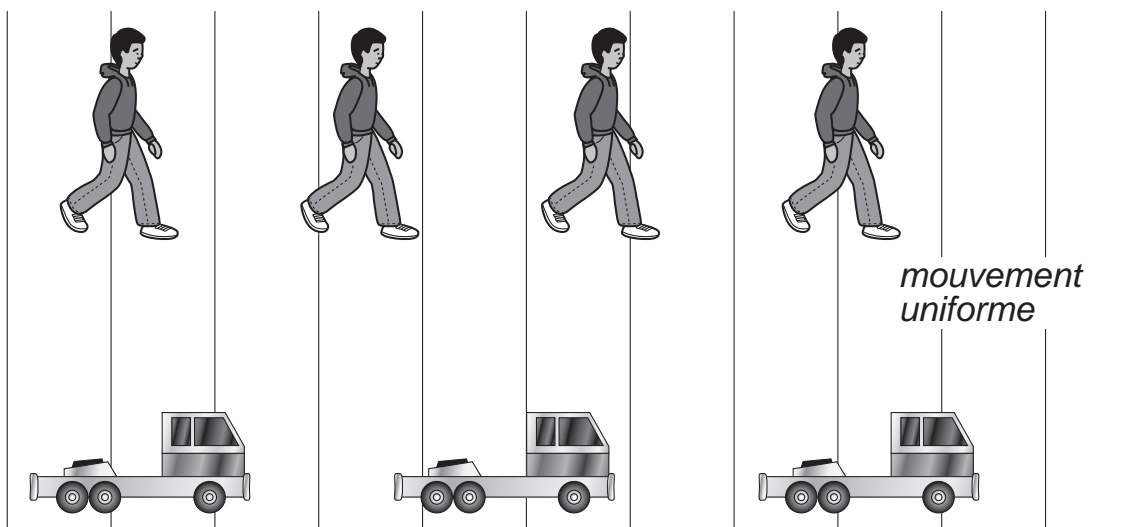


ANNEXE 2 : Le mouvement uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)

10. Plusieurs facteurs peuvent affecter les résultats et faire varier les réponses.
11. La fiabilité des résultats pourrait être augmentée en répétant l'expérience plusieurs fois.

Variations

1. Il est possible également d'utiliser un caméscope pour enregistrer le déplacement d'objets. Une voiture miniature de type « Hot Wheels^{MD} » pourrait être libérée sur un plan incliné pour ensuite voyager sur une surface horizontale (voir *En mouvement*, p. 11). On pourrait aussi filmer des individus (élève à bicyclette, course de 100 m, etc.).



Par la suite, visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, utilisant une grille transparente (ex. : acétate) devant l'écran. Il faudrait tracer un point pour indiquer la position de la voiture à chaque intervalle de temps. Habituellement, la bande vidéo défile à 30 images par seconde, ce qui permet aux élèves de noter le temps en question : un intervalle de 3 images consécutives correspond à 0,1 seconde. Il est possible également de donner une valeur arbitraire aux intervalles de points (par exemple 3 points représentent 1 seconde). Les élèves peuvent mesurer la distance entre les points, colliger les données dans un tableau, puis dessiner et analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps qui en découlent. Un mouvement uniforme donne donc des positions équidistantes à l'écran.

2. Les élèves peuvent aussi enregistrer ou apporter des extraits vidéo de mouvements tirés de leur environnement quotidien, de long-métrages ou de bandes animées du genre « *Roadrunner* ». Visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente devant l'écran. Reporter les données dans un tableau, puis dessiner et analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps qui en découlent.

ANNEXE 3 : Exercice – Position, déplacement et vitesse vectorielle

Nom : _____

Date : _____

1. Les points sur le ruban du minuteur-enregistreur ci-dessous représentent-ils un mouvement uniforme? Explique ta réponse.



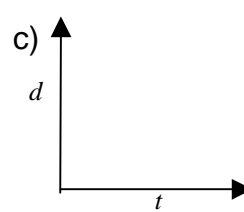
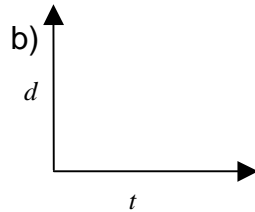
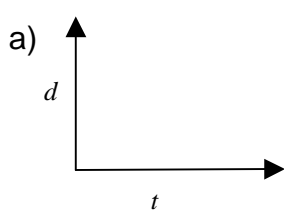
2. Natasha veut déterminer la vitesse d'Hector, qui participe à une course. Elle démarre son chronomètre lorsqu'Hector atteint le marqueur de 100 m et l'arrête lorsqu'il atteint le marqueur de 150 m. Le temps écoulé est 10 secondes.

- Quelle est la position initiale d'Hector? _____
- Quelle est la position finale d'Hector? _____
- Calcule le déplacement d'Hector. _____
- À quelle vitesse se déplace Hector? _____

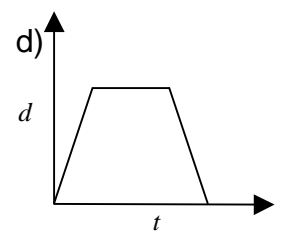
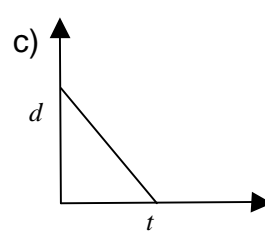
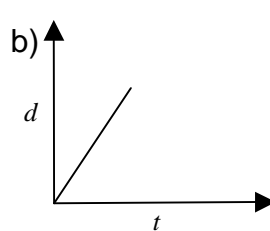
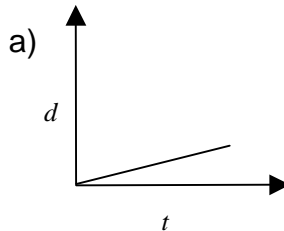
3. Une voiture parcourt une distance de 150 km en 2 heures. Calcule la vitesse de la voiture.
- _____

4. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente :

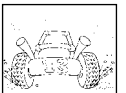
- une personne qui marche vers l'avant à vitesse constante.
- une personne qui marche à la même vitesse, mais en sens contraire.
- un objet immobile.



5. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques suivants.



- _____
- _____
- _____
- _____



ANNEXE 4 : Position, déplacement et vitesse vectorielle – Corrigé

Nom : _____

Date : _____

1. Les points sur le ruban du minuteur-enregistreur ci-dessous représentent-ils un mouvement uniforme? Explique.

Les points représentent un mouvement uniforme car les espaces entre chaque point sont égaux.

2. Natasha veut déterminer la vitesse de Héctor, qui participe à une course. Elle part son chronomètre lorsqu'il atteint le marqueur de 100 m et l'arrête lorsqu'il atteint le marqueur de 150 m. Le temps écoulé est 11 secondes.

a) Quelle est la position initiale de Héctor? *100 m*

b) Quelle est la position finale de Héctor? *150 m*

c) Calcule le déplacement de Héctor. $\Delta d = d_2 - d_1 = 150 \text{ m} - 100 \text{ m} = 50 \text{ m}$

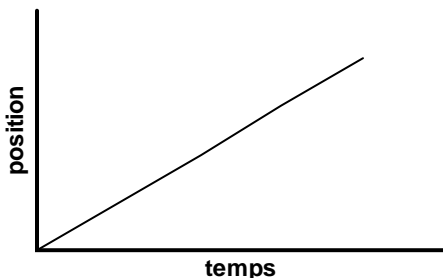
d) À quelle vitesse se déplace Héctor? $v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{50 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$

3. Une voiture parcourt une distance de 150 km en 2 heures. Calcule la vitesse de la voiture.

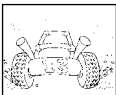
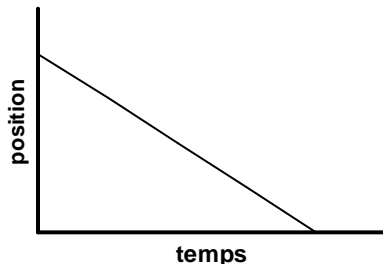
$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{150 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 75 \text{ km/h}$$

4. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente :

a) une personne qui marche vers l'avant à vitesse constante.



b) une personne qui marche à la même vitesse, mais en sens contraire.

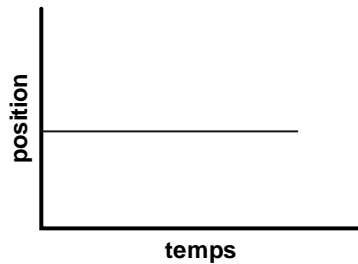


ANNEXE 4 : Position, déplacement et vitesse vectorielle – Corrigé (suite)

Nom : _____

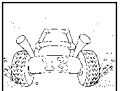
Date : _____

c) un objet qui est immobile.



5. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques suivants :

- a) *La vitesse est constante, vers l'avant.*
- b) *La vitesse est constante, mais plus élevée que dans l'exemple précédent.*
- c) *La vitesse est constante mais en sens contraire.*
- d) *La vitesse est constante dans le premier segment, il n'y a aucun mouvement dans le deuxième segment et la vitesse est constante dans le troisième segment, mais en sens contraire (un objet avance, s'arrête, puis retourne à sa position initiale).*



ANNEXE 5 : Critères pour un diagramme bien réussi

Nom : _____

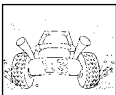
Date : _____

AR – Amélioration requise

S – Satisfaisant

E – Excellent

Habilités de l'élève	AR	S	E	Commentaires
Éléments de base				
▪ choisit le bon type de diagramme ou de graphique				
▪ utilise une ou des échelles appropriées pour les axes				
▪ choisit un ou des points de départ et un ou des intervalles appropriés sur les axes				
▪ précise clairement les axes				
▪ utilise une légende appropriée				
▪ donne un titre qui décrit bien le diagramme ou le graphique				
Données				
▪ utilise un traitement mathématique des données qui est approprié				
▪ dispose correctement les données sur le diagramme ou le graphique				
▪ réussit à démontrer par son diagramme ou son graphique des tendances ou des rapports pertinents				
Présentation				
▪ met en évidence le titre				
▪ utilise bien l'espace du diagramme ou du graphique				
▪ utilise bien l'espace du papier				
▪ fait preuve de propreté et de clarté				
▪ dresse un diagramme ou un graphique facile à interpréter et illustrant des tendances ou des rapports				
Interprétation				
▪ définit et explique les tendances ou les rapports ainsi que les écarts				
▪ reconnaît les forces et les faiblesses de son diagramme ou de son graphique				



ANNEXE 6 : Expérience – L'accélération uniforme

Nom : _____

Date : _____

Introduction

Lors de cette expérience, il faudra utiliser un minuteur-enregistreur pour étudier le déplacement d'un corps. Pour générer un mouvement accéléré, on peut utiliser un objet qui tombe, un chariot dynamique ou une petite voiture en mouvement le long d'un plan incliné.

Hypothèse

Prédise comment les points seront répartis sur le ruban si le corps accélère en ligne droite. Note ton hypothèse dans ton carnet scientifique. Décris aussi les variables que tu dois garder constantes pour assurer la validité de l'expérience.

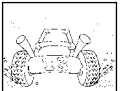
Démarche

1. Installe un bout du ruban dans le minuteur et attache l'autre bout sur la voiture ou l'objet. Démarre le minuteur puis laisse partir la voiture ou tomber l'objet. Assure-toi d'avoir au moins 10 intervalles de six points (ces intervalles doivent être notés lorsque les points sont assez clairs).
2. Présente tes données sous forme d'un tableau d'observations bien étiqueté, clair et net. Le tableau doit indiquer la position par rapport au point de départ, le déplacement durant chaque intervalle de temps et la vitesse vectorielle moyenne durant chaque intervalle de temps. On calcule la vitesse vectorielle moyenne pour chaque intervalle de temps en divisant le déplacement lors de l'intervalle par le temps écoulé. À l'aide des données du tableau, construis un graphique de la position en fonction du temps ainsi qu'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps.

Analyse et conclusion

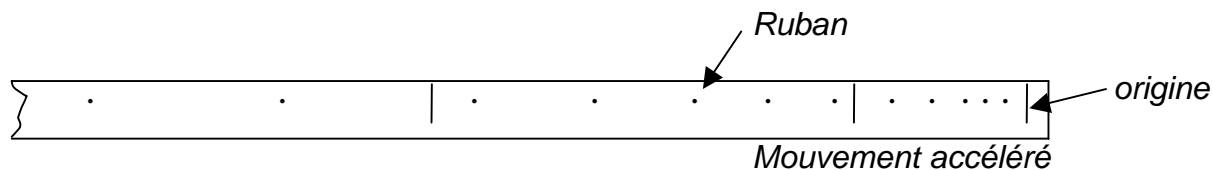
Réponds aux questions suivantes dans ton carnet scientifique.

1. Quelle est l'apparence de la courbe sur le graphique de la position en fonction du temps?
2. Quelle est l'apparence de la courbe sur le graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps?
3. Quelle est la relation entre la vitesse du corps et le temps écoulé?
4. Si le temps double, qu'arrive-t-il à la vitesse?
5. De quelle façon exprime-t-on cette relation en mathématiques (Δv = vitesse, t = temps)?
6. Calcule la pente du graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps (n'oublie pas d'indiquer les unités).
7. Que représente la pente du graphique?
8. De quoi aurait l'air la pente d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui ralentit?
9. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?

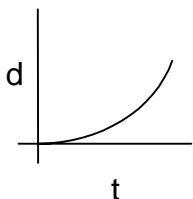


ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant

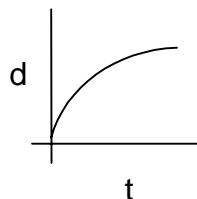
Un mouvement accéléré donne des points progressivement plus éloignés (accélération positive) ou plus rapprochés (accélération négative ou décélération).



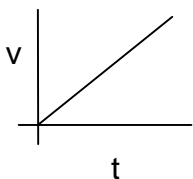
Le calcul de la vitesse vectorielle moyenne pendant un intervalle de temps se fait en divisant le déplacement pendant l'intervalle par le temps écoulé, ce qui devrait donner une valeur approximative de la vitesse instantanée au point milieu de l'intervalle. Il est possible également de déterminer cette vitesse instantanée en calculant la pente de la tangente sur un graphique de la position en fonction du temps (voir *Omnisciences 10 – Manuel de l'élève*, p. 363-365), quoique cela dépasse les objectifs du cours. Les graphiques qui suivent représentent des courbes de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui accélère.



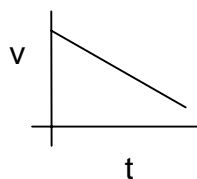
vitesse à la hausse
(accélération positive)



vitesse à la baisse
(accélération négative ou décélération)



vitesse à la hausse
(accélération positive)



vitesse à la baisse
(accélération négative)

ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Pour un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps donnant une fonction linéaire, le taux de changement dans la vitesse est proportionnel à la variation du temps :

$$\Delta v \propto \Delta t \quad \text{et} \quad \Delta v = k\Delta t$$

où k représente le taux de variation de vitesse pour l'intervalle de temps en question. Cette pente (k) représente le taux de changement dans la vitesse et indique l'accélération, d'où l'équation $\Delta v = a\Delta t$ qui peut s'écrire $a = \Delta v / \Delta t$. On peut mettre l'accent sur une analyse qualitative de la pente dans le contexte d'un graphique de la vitesse en fonction du temps pour constater que plus la pente est aiguë, plus l'accélération est grande, et vice versa :

- i) une droite horizontale : vitesse constante ou nulle et aucune accélération;
- ii) une droite à faible pente : vitesse à la hausse et accélération modérée;
- iii) une droite à pente aiguë : vitesse à la hausse et accélération prononcée;
- iv) une droite à pente négative : accélération négative ou décélération.

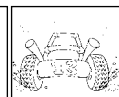
Les élèves ont tendance à confondre la vitesse vectorielle avec l'accélération. Quoique ces deux concepts soient reliés, mettre l'accent sur le fait qu'ils sont distincts.

Réponses

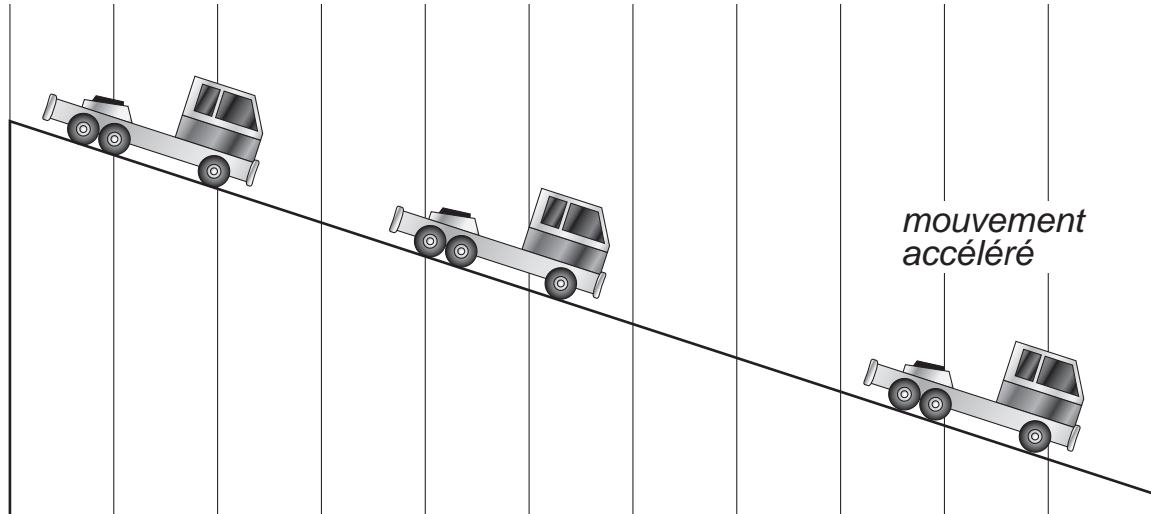
1. La courbe n'est pas droite. Elle devient de plus en plus aiguë.
2. La courbe est une ligne droite.
3. La vitesse est proportionnelle au temps écoulé.
4. Si le temps double, la vitesse va doubler.
5. On exprime cette relation de la façon suivante : $\Delta v \propto t$
6. Les réponses vont varier.
7. La pente du graphique représente l'accélération de l'objet.
8. La pente d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet qui ralentit serait une droite qui baisse à mesure que le temps s'écoule.
9. La fiabilité des résultats pourrait être augmentée en répétant l'expérience plusieurs fois.

Variations

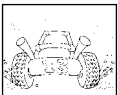
1. Il est possible également d'utiliser un caméscope pour enregistrer le déplacement d'objets en mouvement accéléré. Par la suite, inviter les élèves à visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente (ex. : acétate) devant l'écran (voir *En mouvement*, p. 11). Il faudrait tracer un point pour indiquer la position de l'objet à chaque intervalle de temps. Habituellement, la bande vidéo défile à 30 images par seconde, ce qui permet aux élèves de noter le temps en question, où un intervalle de 3 images consécutives correspond à 0,1 seconde. Inviter les élèves à colliger les données dans un tableau, puis à dessiner et à analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui en découlent.



ANNEXE 7 : L'accélération uniforme – Renseignements pour l'enseignant (suite)



2. Les élèves peuvent aussi enregistrer ou apporter des extraits vidéo de mouvements tirés de leur environnement quotidien, de long-métrages ou de bandes animées du genre « Roadrunner ». Inviter les élèves à visionner la bande vidéo pour mesurer le déplacement, image par image ou quelques images à la fois, en utilisant une grille transparente devant l'écran. Leur demander de reporter les données dans un tableau, puis de dessiner et d'analyser les représentations graphiques de la position en fonction du temps et de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui en découlent.

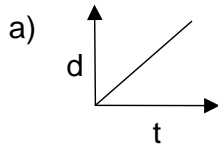


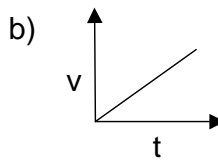
ANNEXE 8 : Exercice – Le mouvement accéléré

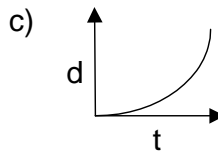
Nom : _____

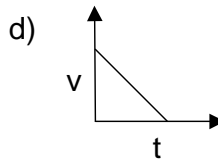
Date : _____

1. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques qui suivent.







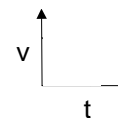
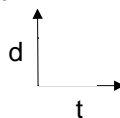


2. Dessine une représentation visuelle d'un corps en mouvement accéléré.

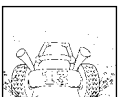
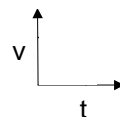
3. Un avion accélère de 140 m/s à 165 m/s en 136 s. Calcule son accélération.

4. Une voiture voyage à une vitesse de 16 m/s. Le conducteur freine et la voiture s'immobilise en 4,5 s. Calcule son accélération.

5. Dessine un graphique de la position en fonction du temps qui représente une voiture qui voyage à vitesse constante. Dessine un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente le même type de mouvement.

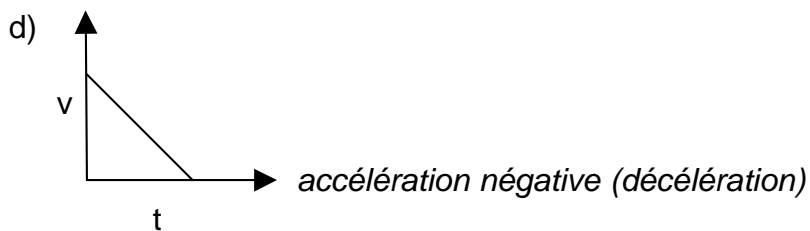
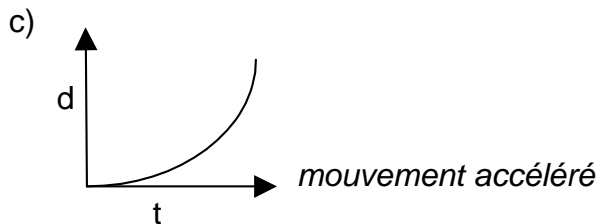
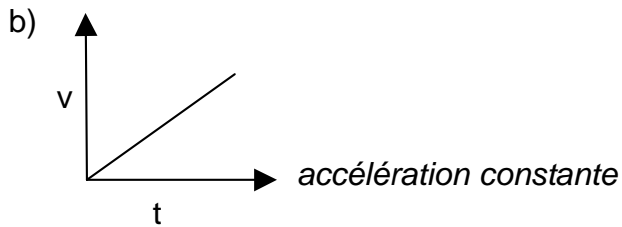
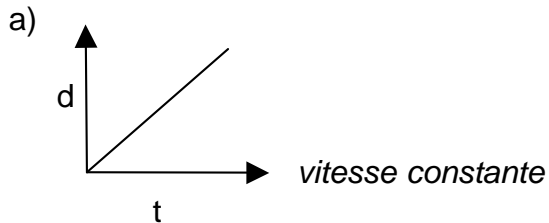


6. Dessine un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente une voiture qui accélère en partant du repos, voyage à vitesse constante, puis ralentit jusqu'à ce qu'elle s'arrête.



ANNEXE 9 : Le mouvement accéléré – Corrigé

1. Décris qualitativement le mouvement représenté sur les graphiques qui suivent :

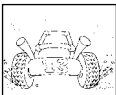


2. Dessine une représentation visuelle d'un corps en mouvement accéléré.

.

3. Un avion accélère de 140 m/s à 165 m/s en 136 s. Calcule son accélération.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{165 \text{ m/s} - 140 \text{ m/s}}{136 \text{ s}} = \frac{25 \text{ m/s}}{136 \text{ s}} = 0,18 \text{ m/s/s}$$

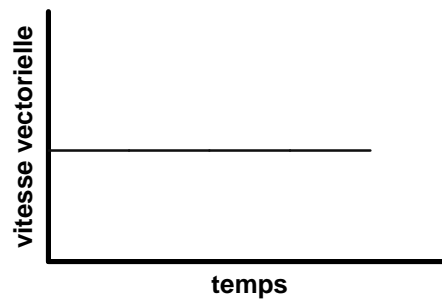
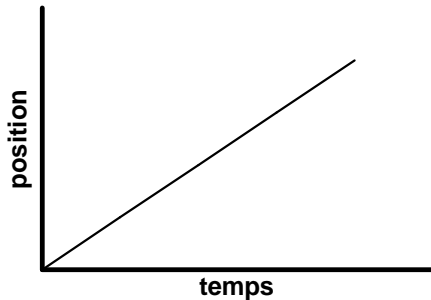


ANNEXE 9 : Le mouvement accéléré – Corrigé (suite)

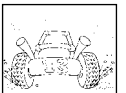
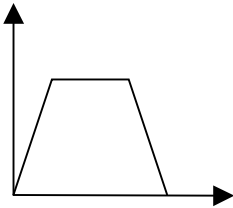
4. Une voiture voyage à une vitesse de 16 m/s. Le conducteur freine et la voiture s'immobilise en 4,5 s. Calcule son accélération.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{0 \text{ m/s} - 16 \text{ m/s}}{4,5 \text{ s}} = \frac{-16 \text{ m/s}}{4,5 \text{ s}} = -3,6 \text{ m/s/s}$$

5. Dessine un graphique de position en fonction du temps qui représente une voiture qui voyage à vitesse constante. Dessine un graphique de vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente le même type de mouvement.



6. Dessine un graphique de vitesse vectorielle en fonction du temps qui représente une voiture qui accélère en partant du repos, voyage à vitesse constante, puis ralentit jusqu'à ce qu'elle s'arrête.

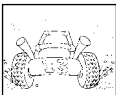


ANNEXE 10 : Le mouvement

Nom : _____

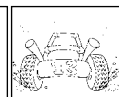
Date : _____

1. Pousse un livre le long d'une surface. Pourquoi le livre bouge-t-il? Qu'est-ce qu'il arrive lorsque tu arrêtes de pousser le livre? Explique pourquoi.
2. Pose une carte à jouer sur un verre. Pose une pièce de monnaie sur la carte. Sans lever la carte, fais tomber la pièce de monnaie dans le verre. Quelle est la meilleure façon de procéder? Pourquoi?
3. Fais rouler une balle et essaie de faire dévier sa trajectoire en soufflant dans une paille. Répète l'activité avec différentes masses. Note et explique tes observations.
4. Remplis un verre aux deux tiers avec de l'eau et pose-le sur une feuille de papier. Tire lentement le papier et décris le mouvement du verre. Tire maintenant rapidement le papier et décris tes observations. Quelle est la différence entre les deux situations?
5. Remplis jusqu'au rebord un verre avec de l'eau. Commence à courir avec le verre. Change de direction soudainement. Arrête-toi soudainement. Note toutes tes observations et essaie de les expliquer.



ANNEXE 11 : Le mouvement – Renseignements pour l'enseignant

1. Le livre bouge parce qu'une force s'exerce sur lui. Le livre arrête lorsque tu cesses de le pousser à cause de la force de frottement.
2. La meilleure façon de procéder serait de donner une chiquenaude à la carte pour la déplacer. Il n'y aura cependant aucune force s'exerçant sur la pièce de monnaie, qui aura donc tendance à demeurer immobile. Puisque la carte n'est plus là, la pièce tombera dans le verre. Les élèves ne vont peut-être pas se rendre compte que l'inertie est impliquée, mais devraient conclure que la carte bouge tandis que la pièce de monnaie ne bouge pas, sauf pour tomber dans le verre.
3. L'air soufflé exerce une force sur la balle et peut faire dévier sa trajectoire. Cependant, plus la masse de la balle est élevée, moins sa trajectoire sera modifiée.
4. Si tu tires lentement sur la feuille de papier, le verre se déplacera vers toi. La force s'exerçant sur le papier est moindre que la force de friction entre le papier et le verre, donc les deux objets se déplacent ensemble. Si tu tires rapidement sur le papier, le papier glissera sous le verre. Il n'y a aucune force sur le verre, donc ce dernier ne bougera pas.
5. Lorsque tu commences à courir avec le verre, tu appliques une force sur le verre mais pas sur l'eau dans le verre. L'eau voudra rester où elle est et sera projetée vers toi. Si tu changes soudainement de direction, l'eau ne subira pas de force et continuera à se déplacer dans la direction originale. Il y aura donc encore de l'eau qui éclaboussera. Si tu t'arrêtes soudainement, l'eau continuera de se déplacer et sera projetée vers l'avant.



ANNEXE 12 : Historique du mouvement

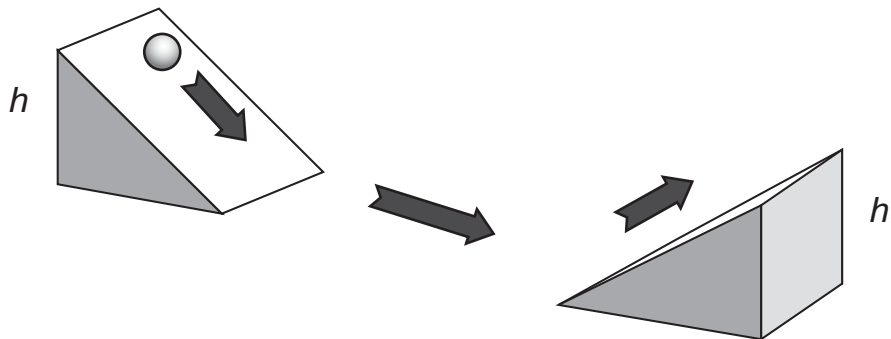
Nom : _____

Date : _____

Les philosophes de l'Antiquité grecque s'imaginaient des explications aux phénomènes naturels, mais ils les vérifiaient rarement par expérimentation. Cela est peu surprenant, car les instruments de mesure étaient rudimentaires et des mesures précises étaient difficiles à obtenir. Les théories étaient donc développées par raisonnement verbal. Les philosophes tenaient des débats et les arguments devaient être présentés de façon claire et logique pour être acceptés.

Aristote stipulait que les corps terrestres avaient un mouvement « naturel » vers le centre de l'Univers (la Terre). Tout autre mouvement était perçu comme « violent » et résultait d'un équilibre entre les forces externes qui produisaient ce mouvement et celles qui y résistaient. Sur la Terre, les quatre éléments qui formaient la matière (l'eau, l'air, la terre et le feu) avaient chacun leur place et le mouvement était créé lorsqu'un objet tentait de retrouver sa place. La Terre était au centre, l'eau était sur la Terre, l'air sur l'eau et le feu sur l'air. Donc, un objet composé principalement de terre, telle une roche, tomberait vers la Terre si on le libérait dans l'air. Les bulles d'air dans l'eau se déplaceraient vers le haut pour atteindre l'air. La pluie tomberait, et le feu s'élèverait. Une autre généralité énoncée par Aristote était celle que les objets en chute libre voyageaient à vitesse constante, proportionnelle à leur masse; un corps lourd tomberait donc plus vite qu'un corps léger.

À l'aube du XVII^e siècle, certaines croyances d'Aristote ont été remises en question alors que mathématiciens et scientifiques mettaient l'accent sur des observations quantitatives et sur des calculs. À titre d'exemple, Galilée (1564-1642), astronome et physicien italien, s'était doté d'instruments servant à enregistrer ses données, pour ensuite calculer des vitesses ainsi que l'accélération à l'aide d'équations mathématiques. Il fait la constatation qu'un corps descendant un plan incliné accélère uniformément alors qu'il ralentit en montant un second plan incliné.

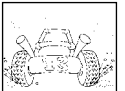


Il s'en suit que, en l'absence du frottement, si le plan est parfaitement horizontal, un corps en mouvement devrait se déplacer à vitesse constante, sans accélérer ni ralentir.

ANNEXE 12 : Historique du mouvement (suite)

Une deuxième observation qui découle de cette expérience est qu'en laissant un corps accélérer le long de la rampe de gauche à partir d'une hauteur h , il devrait rouler et monter la rampe de droite jusqu'à une hauteur h' comparable, abstraction faite du frottement. De plus, le corps voyagerait sur une plus grande distance à mesure que l'inclinaison de la deuxième rampe diminuerait. En l'absence de force contraire, si cet angle d'inclinaison diminuait à zéro, la voiture roulerait à l'infini. Galilée conclut que, à la surface de la Terre, un corps auquel on aurait appliqué une force horizontale suivrait « idéalement » le contour du globe. Cette habileté à idéaliser différentes situations est reconnue comme l'une des plus grandes contributions de Galilée. Galilée n'a probablement pas laissé tomber lui-même deux objets de masses différentes de la tour de Pise, comme le décrivent plusieurs récits. Cependant, il est évident qu'il comprenait les principes impliqués et il a probablement effectué des expériences semblables.

Philosophe et mathématicien français, René Descartes (1596-1650) a su élaborer des représentations graphiques dans le but d'analyser les données numériques; un moyen efficace lui permettant d'illustrer les tendances, de mettre en évidence les erreurs expérimentales et de formuler des équations aux fins de calculs variés. Il est un des premiers à suggérer qu'un corps en mouvement, sans l'interférence de forces extérieures, voyagerait en ligne droite jusqu'à l'infini. L'énoncé de ce principe universel par Newton, physicien et mathématicien anglais (1642-1727), est devenu la 1^{re} loi du mouvement ou la loi de l'inertie selon laquelle « *Tout objet au repos demeure au repos et tout objet en mouvement demeure en mouvement à moins qu'une force nette s'exerce sur lui* ».



ANNEXE 13 : Expérience – La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule

Nom : _____

Date : _____

Question

Quelle est la relation entre la vitesse d'un véhicule et la distance de projection d'un passager non attaché?

Matériel

- plan incliné
- butoir
- pâte à modeler
- petite voiture
- règle

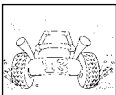
Démarche

1. Installe un plan incliné marqué d'intervalles avec un butoir (brique ou autre) au bout.
2. Fabrique un passager avec de la pâte à modeler et place le sur une petite voiture. Relâche la voiture de la position de départ.
3. Après la collision, enregistre la distance parcourue par le passager projeté du véhicule.
4. Répète l'activité à trois reprises, calcule la moyenne et dresse un tableau de résultats.
5. Reprends la démarche pour des vitesses de plus en plus grandes sur le plan incliné.
6. Dessine un graphique de la distance de projection en fonction de la vitesse.

VITESSE	ESSAI 1	ESSAI 2	ESSAI 3	DISTANCE MOYENNE DE PROJECTION (cm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Analyse et conclusion

1. Qu'advient-il de la distance de projection à mesure que la vitesse augmente?
2. Quelle conclusion peux-tu tirer à partir du graphique quant à la relation entre la vitesse et la distance de projection d'un passager non attaché?



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant

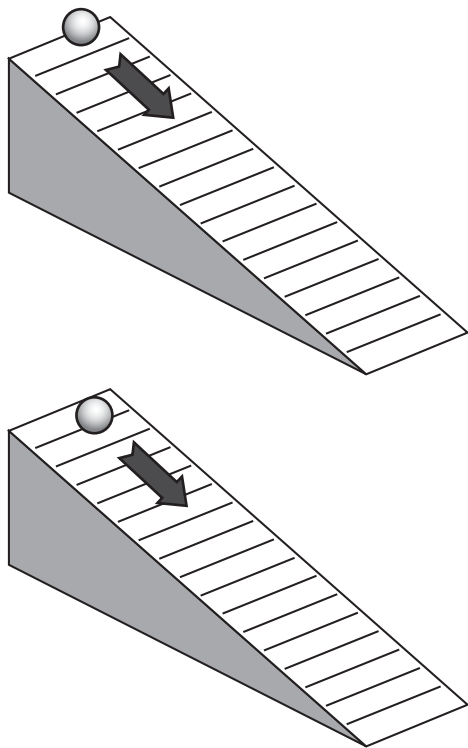
On doit déterminer la vitesse d'une voiture sur un plan incliné lors de cette expérience. Il existe plusieurs façons de déterminer cette vitesse. À noter que les calculs de vitesse peuvent être difficiles pour les élèves car ce sont des formules qu'ils n'ont pas encore abordées.

1. Contexte historique

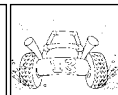
Galilée voulait étudier l'effet de la force gravitationnelle sur l'accélération, mais les objets qu'il laissait tomber accéléraient trop rapidement pour qu'il puisse prendre des mesures précises. C'est le plan incliné qui lui a permis de ralentir l'effet de la force gravitationnelle.

Lorsqu'on pose une balle sur un plan incliné, c'est la force gravitationnelle qui fait accélérer la balle jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface horizontale. Parce que le plan incliné diminue le taux d'accélération comparativement à la chute libre, Galilée pouvait mieux mesurer la distance parcourue par la balle par rapport au temps écoulé.

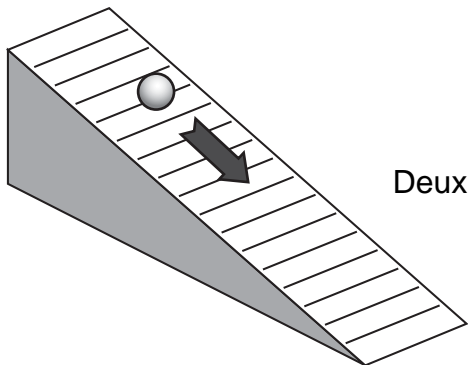
Galilée a d'abord déterminé que la balle se déplaçait d'une unité de distance quelconque en une seconde. Après deux secondes, la balle couvrait 3 fois cette distance. Après trois secondes, elle couvrait 5 fois la distance initiale. Galilée s'est aperçu que d'une seconde à l'autre, le rapport des distances augmentait par intervalles de 1, 3, 5, 7, 9, etc.



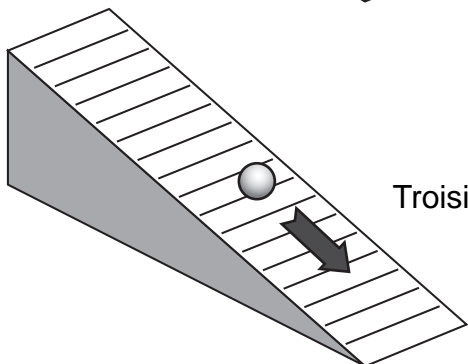
Premier intervalle de temps : $d = 1$



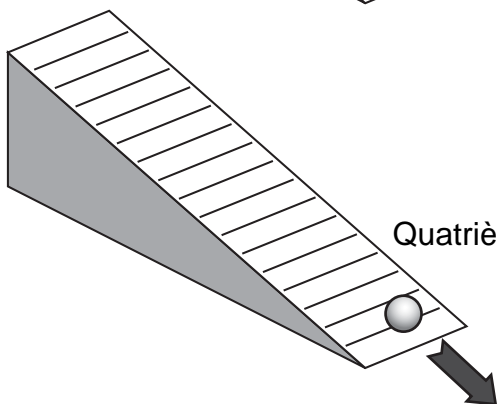
ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)



Deuxième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $3d$



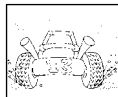
Troisième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $5d$



Quatrième intervalle de temps : Distance parcourue est égale à $7d$

Galilée nota aussi qu'après une seconde la balle avait couvert une distance d'une unité. À la prochaine seconde, elle couvrirait 3 autres unités, donc dans 2 secondes couvrirait une distance totale de 4 unités de distance. À la 3^e seconde, elle couvrirait 5 autres unités de distance pour une distance totale de 9 unités. Si la balle continuait pour une 4^e seconde, elle couvrirait 7 autres unités pour une distance totale de 16 unités de distance.

TEMPS	DISTANCE TOTALE
1	1
2	$1 + 3 = 4$
3	$1 + 3 + 5 = 9$
4	$1 + 3 + 5 + 7 = 16$



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

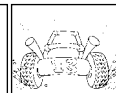
Galilée remarqua donc un rapport encore plus extraordinaire entre la distance et le temps pour un objet qui accélère de façon uniforme. Il vit que la distance parcourue était proportionnelle au carré du temps écoulé ($d \propto t^2$)

TEMPS	DISTANCE TOTALE PARCOURUE	TEMPS AU CARRÉ
1	1	$(1)^2 = 1$
2	4	$(2)^2 = 4$
3	9	$(3)^2 = 9$
4	16	$(4)^2 = 16$

Nous avons vu dans le bloc B que la vitesse d'un objet qui accélère de façon uniforme est proportionnelle au temps écoulé ($v \propto t$). Puisque les distances dans l'expérience de Galilée sont parcourues lors d'intervalles de temps égaux, la vitesse doit donc aussi augmenter de façon proportionnelle. La vitesse au temps 2 (distance = 4) doit donc être deux fois plus grande que celle au temps 1. La vitesse au temps 3 (distance = 9) doit être trois fois plus grande que celle au temps 1. La vitesse va augmenter de façon directement proportionnelle à chacune de ces distances.

Supposons qu'on commence à une distance de 10 cm du bas du plan incliné. On peut assigner une valeur de 1 à la vitesse quand la voiture atteint le bas. (Ce ne sont pas des valeurs réelles; c'est le rapport qui est important.) Pour que la vitesse double, il faudrait que notre prochain intervalle de distance soit 4 fois plus loin, donc $10 \times 4 = 40$ cm. La prochaine distance serait 9 fois plus loin, donc $10 \times 9 = 90$ cm. Le tableau qui suit représente les distances nécessaires pour avoir les rapports de vitesse voulus.

RAPPORT NÉCESSAIRE	DISTANCE TOTALE PARCOURUE (cm)	VITESSE (UNITÉS ARBITRAIRES)
1	$1 \times 10 = 10$	1
4	$4 \times 10 = 40$	2
9	$9 \times 10 = 90$	3
16	$16 \times 10 = 160$	4
25	$25 \times 10 = 250$	5



ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

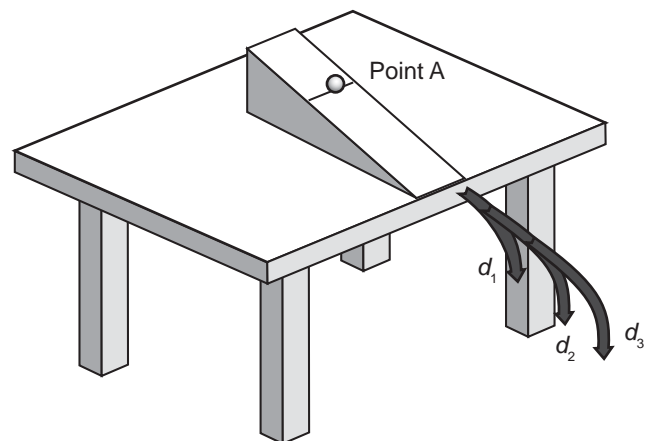
Le prochain tableau démontre aussi des distances nécessaires pour avoir les rapports de vitesse voulus, mais cette fois on commence avec une première distance de 5 cm.

RAPPORT NÉCESSAIRE	DISTANCE TOTALE PARCOURUE (cm)	VITESSE (UNITÉS ARBITRAIRES)
1	$1 \times 5 = 5$	1
4	$4 \times 5 = 20$	2
9	$9 \times 5 = 45$	3
16	$16 \times 5 = 80$	4
25	$25 \times 5 = 125$	5

Il n'est pas nécessaire que les élèves comprennent ces calculs. Leur expliquer que si la distance finale est 4 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait doubler. Si la distance finale est 9 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait tripler. Si la distance finale est 16 fois plus grande que la distance initiale, la vitesse devrait quadrupler, etc.

2. Calibrage d'un plan incliné

Les élèves peuvent faire ce calibrage.



Si on libère la balle du point A, elle accélère jusqu'au bout du plan incliné et tombe à une distance d_1 du bout de la table. Une fois que la balle quitte le plan incliné, il n'y a aucune force horizontale (à l'exception de la résistance de l'air) qui agit sur elle. La balle se déplace donc à vitesse constante, v_1 . (La force gravitationnelle a un effet dans le plan vertical seulement.)

Si on libère la balle plus haut sur le plan incliné, elle va accélérer encore plus. Si elle tombe à une distance deux fois plus grande que d_1 , la vitesse devrait être deux fois plus grande que v_1 . On peut répéter ce processus de façon à ce que la balle tombe trois fois plus loin que d_1 , puis quatre fois plus loin que d_1 , afin de calibrer notre plan incliné.

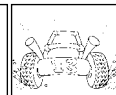
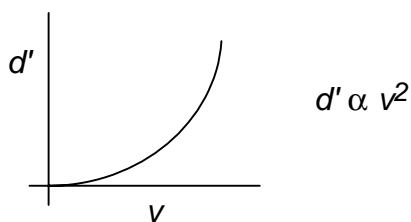
ANNEXE 14 : La relation entre la distance parcourue par un passager non attaché et la vitesse d'un véhicule – Renseignements pour l'enseignant (suite)

Exemple :

On libère la balle à 5 cm du bas du plan incliné et la balle atteint le sol à 3 cm du bout de la table. Il faut alors faire un trait à 6 cm du bout de la table. Ensuite, on libère la balle de plus en plus haut sur le plan incliné jusqu'à ce qu'elle atteigne le trait de 6 cm. Il faut alors noter cette distance sur le plan incliné. On répète ce processus quatre ou cinq fois afin de calibrer le plan.

RÉPONSES

1. À mesure que la vitesse augmente, la distance de projection augmente aussi.
2. C'est une relation exponentielle. La distance est proportionnelle au carré de la vitesse, soit $d' \propto v^2$.



ANNEXE 15 : Expérience – La deuxième loi de Newton

Nom : _____

Date : _____

PARTIE A : LA RELATION ENTRE LA FORCE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

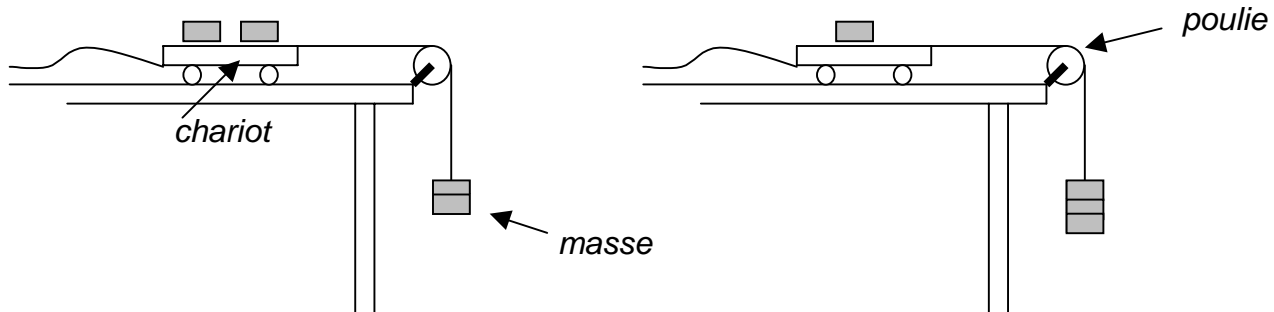
Quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- ficelle
- poulie

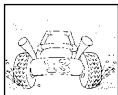
Démarche

1. Prépare le montage illustré dans la figure ci-dessous.
2. Place deux masses de 200 g sur le chariot, puis deux masses de 200 g au bout de la ficelle.
3. Tiens le chariot en place, puis démarre le minuteur-enregistreur.
4. Laisse aller le chariot puis attrape-le avant qu'il n'entre en collision avec la poulie.
5. Recommence l'expérience en suspendant du bout de la ficelle une des masses qui se trouvait sur le chariot, puis une troisième fois en suspendant du bout de la ficelle la dernière masse sur le chariot (la masse totale du système doit demeurer constante, donc tu dois simplement transférer les masses du chariot au bout de la ficelle.)
6. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.



Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les trois situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 15 : Expérience – La deuxième loi de Newton (suite)

Nom : _____

Date : _____

PARTIE B : LA RELATION ENTRE LA MASSE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

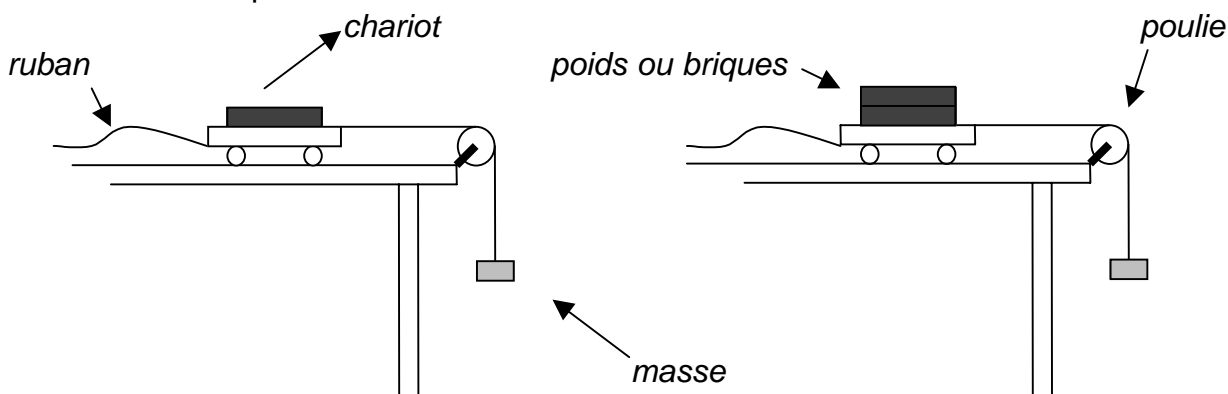
Quelle est la relation entre la masse d'un objet et son accélération?

Matériel

- chariot
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- ficelle
- poulie

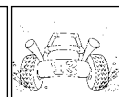
Démarche

1. Prépare le montage illustré dans la figure ci-dessous.
2. Tiens le chariot en place, puis démarre le minuteur-enregistreur.
3. Laisse aller le chariot puis attrape-le avant qu'il n'entre en collision avec la poulie.
4. Recommence l'expérience avec une masse de 500 g sur le chariot, puis une troisième fois avec deux masses de 500 g sur le chariot.
5. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.



Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Quelles variables as-tu contrôlées lors de cette expérience?
3. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les trois situations? Décris la différence, s'il y a lieu.
4. Selon tes observations, quelle serait le rapport entre la masse d'un corps et l'accélération de ce dernier?
5. Une voiture avec 5 passagers accélère-t-elle plus rapidement qu'une voiture avec un passager? Explique ta réponse.



ANNEXE 16 : Expérience – La deuxième loi de Newton

Nom : _____

Date : _____

PARTIE A : LA RELATION ENTRE LA FORCE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

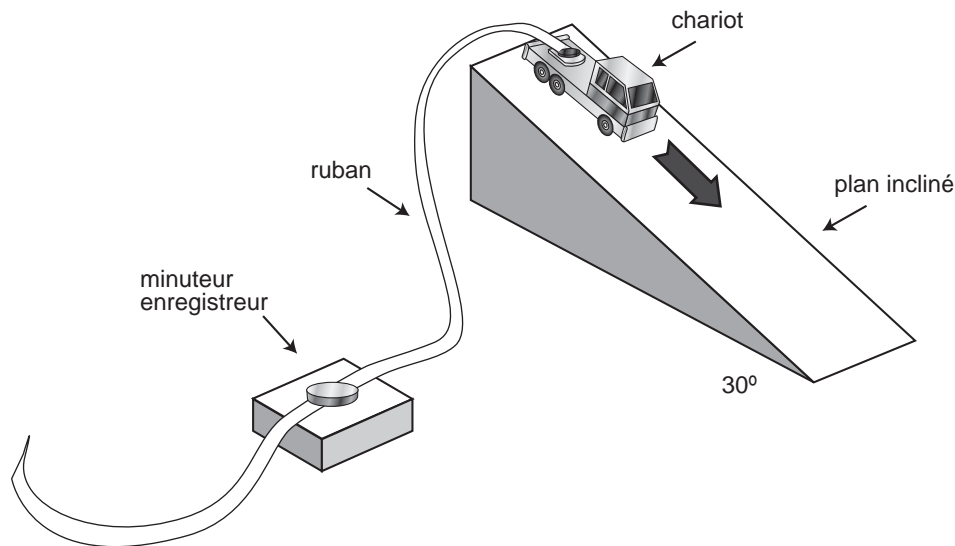
Quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- plan incliné

Démarche

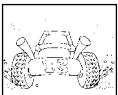
1. Fixe un morceau de ruban pour compteur à ruban sur un chariot dynamique ou une petite voiture. Laisse rouler le chariot le long d'un plan incliné et enregistre son déplacement à l'aide d'un compteur à ruban pour un angle d'inclinaison d'environ 30° .



2. Augmente l'angle d'inclinaison du plan incliné puis répète l'étape 1.
3. Examine les rubans pour les deux situations et note toutes tes observations.

Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les deux situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la force exercée sur un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 16 : Expérience – La deuxième loi de Newton (suite)

Nom : _____

Date : _____

PARTIE B : LA RELATION ENTRE LA MASSE ET L'ACCÉLÉRATION

Question

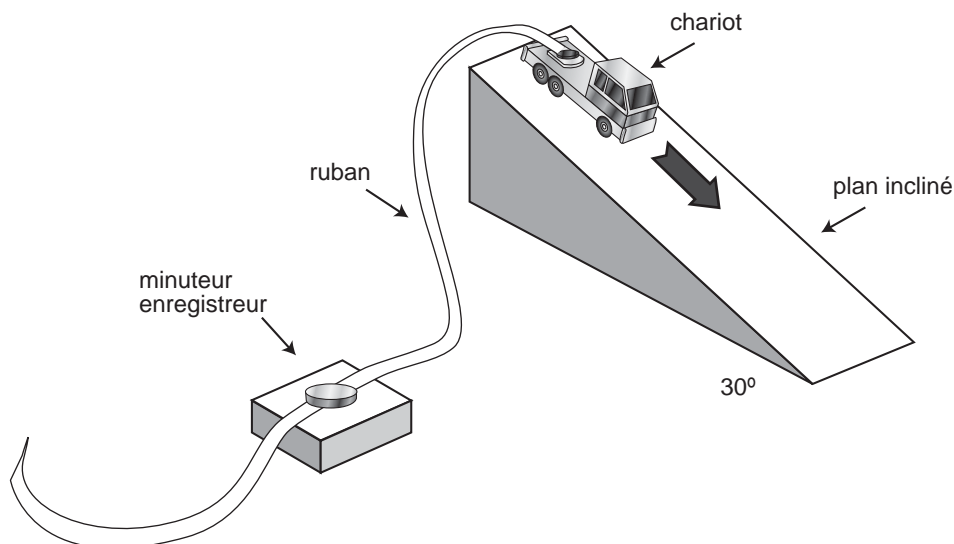
Quelle est la relation entre la masse d'un objet et son accélération?

Matériel

- chariot dynamique
- minuteur-enregistreur
- ruban adhésif
- masses
- plan incliné

Démarche

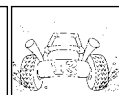
1. Fixe un morceau de ruban pour compteur à ruban sur un chariot dynamique ou une petite voiture. Laisse rouler le chariot le long d'un plan incliné et enregistre son déplacement à l'aide d'un compteur à ruban pour un angle d'inclinaison d'environ 30° .



2. Ajoute une masse sur le chariot puis répète l'étape 1.
3. Ajoute une deuxième masse sur le chariot puis répète l'étape 1.
4. Examine les rubans pour les trois situations et note toutes tes observations.

Analyse et conclusion

1. Quelles sont les variables indépendante et dépendante?
2. Y a-t-il une différence quant à la distance entre les points du ruban pour les deux situations?
3. Selon tes observations, quelle est la relation entre la masse d'un corps et son accélération?
4. Comment pourrais-tu augmenter la fiabilité de tes résultats?



ANNEXE 17 : Cycle de mots

Nom : _____

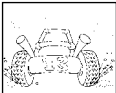
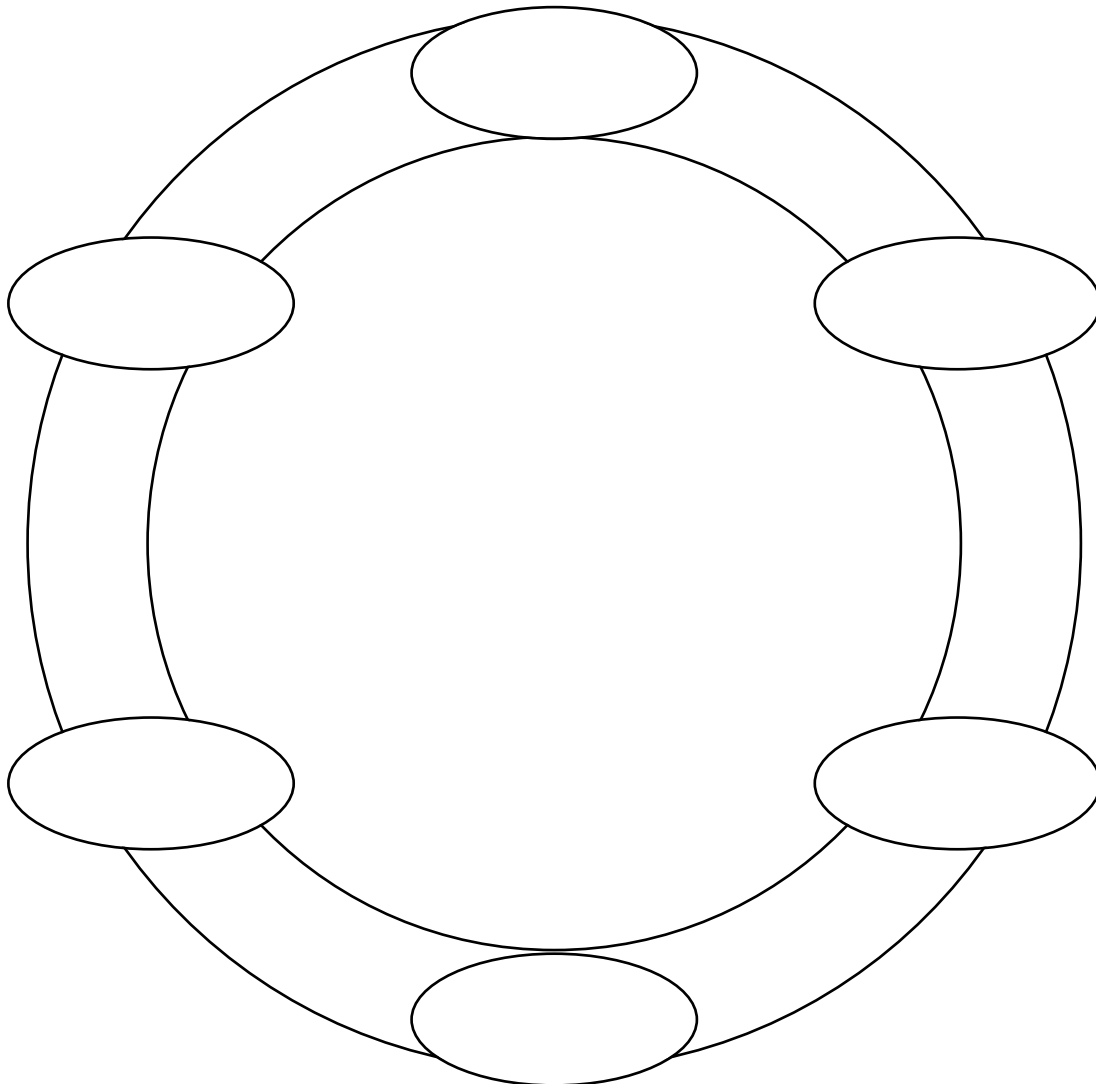
Date : _____

Lis la liste de mots. Choisis un mot et place-le dans un des ovales. Dans l'ovale qui suit, place un autre mot qui est relié au premier. Compose une phrase qui relie chacune des paires de mots adjacents. (Ils peuvent être des synonymes, des antonymes, des étapes d'une démarche, des exemples de quelque chose, etc.) Par exemple : « Le mot A est relié au mot B parce que... » Écris le rapport entre ces mots sur l'arc de l'anneau qui les relie. Continue ainsi jusqu'à ce que tu aies placé tous les mots. Attention, les derniers mots seront difficiles à placer.

Newton
accélération

masse
vitesse

force
mouvement

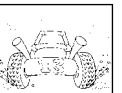


ANNEXE 18 : Compte rendu du défi technologique

Nom : _____

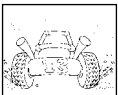
Date : _____

Défi :	Critères :
Remue-méninges :	Schéma :



ANNEXE 18 : Compte rendu du défi technologique (suite)

<p>Matériel/Outils :</p>	<p>Mise à l'essai</p> <p>Ce qui a bien fonctionné :</p> <p>Ce qui n'a pas bien fonctionné :</p>
<p>Modifications apportées au plan :</p>	<p>Réflexion</p> <p>Ce que j'ai bien fait : _____ _____ _____</p> <p>La prochaine fois je _____ _____ _____</p> <p>Commentaires : _____ _____ _____</p>



ANNEXE 19 : Autoévaluation – Fabrication d'un prototype

Nom : _____

Date : _____

Maîtrises-tu les habiletés suivantes?	Oui, très bien.	Oui, assez bien	Non, pas encore	Comment pourrais-tu t'améliorer?
J'ai participé au choix des critères pour évaluer le prototype, et je comprends leur importance.				
J'ai veillé à ce que soit élaboré un plan détaillé comportant : - une liste du matériel; - les mesures de sécurité; - un diagramme ou un schéma; - les étapes à suivre.				
J'ai travaillé en coopération : - en participant au remue-ménages et au consensus; - en partageant les matériaux; - en respectant les consignes de sécurité; - en contribuant de façon constructive.				
J'ai résolu des problèmes inattendus qui ont surgi et j'ai fait preuve de créativité et de persévérance tout au long du travail.				
J'ai mis à l'essai le prototype en tenant compte des critères et j'ai enregistré fidèlement les résultats.				
J'ai identifié des forces et des faiblesses du prototype et j'ai proposé des suggestions pour la « prochaine fois ».				

