

défi  
génie  
inventif ETS

La science  
techno  
en mode  
pratique

# FREINE TES ARDEURS !

ÉDITION 2017-2018



GUIDE PÉDAGOGIQUE  
2<sup>E</sup> CYCLE DU SECONDAIRE

Un programme du



RÉSEAU  
TECHNOSCIENCE  
Ensemble pour la relève scientifique

TECHNOSCIENCE.CA

# LE DÉFI

Concevoir un véhicule capable de descendre une pente, de passer entre deux colonnes et de s'arrêter le plus près possible d'un trait sans le dépasser.

## INTRODUCTION

Le **Réseau Technoscience** propose des outils pédagogiques afin d'encourager les enseignantes et les enseignants de science et technologie à intégrer le **Défi génie inventif ÉTS (DGI ÉTS)** dans leur planification annuelle.

Présenté dans le format d'une situation d'apprentissage et d'évaluation, le DGI ÉTS permet de développer les compétences disciplinaires et d'exploiter les compétences transversales de science et technologie du Programme de formation de l'école québécoise. De plus, il est en lien avec la progression des apprentissages.

Le présent guide pédagogique contient les outils nécessaires à la mise en œuvre du projet. Des outils permettent de planifier et d'évaluer les élèves à chacune des étapes.

Voici les différents outils pédagogiques mis à votre disposition. Vous les retrouverez tous au **TECHNOSCIENCE.CA**.

- Le **cahier des règlements - cahier des charges** du DGI ÉTS énonce les règlements, explique le défi et son déroulement, présente le système de pointage, etc. Il s'agit du point de départ du défi.
- Un **guide pédagogique** destiné à l'enseignant.

Il fournit une description détaillée du contexte pédagogique, du déroulement général de l'activité en classe et des balises pour l'évaluation du DGI ÉTS. On y trouve également des fiches d'activités spécifiques aux notions scientifiques vues dans le défi.

- **Un journal de bord de l'élève.**

Constitué de fiches d'activités modulaires, il permet à l'élève de développer son projet étape par étape. L'enseignant n'a pas à exploiter toutes les fiches : il choisit celles qui conviennent à ses interventions pédagogiques. Des réglettes au bas de chaque fiche permettent de laisser les traces de l'évaluation à l'attention de l'élève.

- La **grille descriptive** d'évaluation de la SAÉ.

Basée sur le cadre d'évaluation des apprentissages, cette grille descriptive présente les composantes et les critères d'évaluation du volet pratique en science et technologie (ST 1<sup>er</sup> cycle, ST et ATS de 2<sup>e</sup> cycle).

- Un **guide de correction** du journal de bord de l'élève.

Ce guide, disponible sur demande auprès de votre organisme membre du Réseau Technoscience, suggère des réponses-types attendues de la part des élèves.

- Les **grilles d'évaluation** détaillées du rapport écrit (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles)

**Le Réseau Technoscience propose aux écoles de se procurer l'aire de compétition officielle du DGI ÉTS. Pour plus d'information ou pour la commander, rendez-vous au **TECHNOSCIENCE.CA**.**

# VUE D'ENSEMBLE DU DÉFI GÉNIE INVENTIF ÉTS

Concevoir un véhicule capable de descendre une pente, de passer entre deux colonnes et de s'arrêter le plus près possible d'un trait sans le dépasser.



*S'ancrer dans*

## Domaines généraux de formation

Orientation et entrepreneuriat

*Met à profit*



## Compétences disciplinaires

Volet pratique (CD1) : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique et communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie.

*Met à profit*



## Autres compétences

CT4 : Mettre en oeuvre sa pensée créatrice.  
CT5 : Se donner des méthodes de travail efficaces.



*qui touchent <sup>1</sup>*

## UNIVERS

### Matériel

- Transformation de l'énergie

### Technologique

- Schéma de principe
- Schéma de construction
- Forces et mouvements
- Systèmes technologiques
- Ressources matérielles
- Cahier des charges

### Terre et espace

- Gravitation universelle

<sup>1</sup> Selon le prototype créé par les élèves, les liens à faire peuvent varier d'une équipe à l'autre.

# VUE D'ENSEMBLE DU DÉFI GÉNIE INVENTIF ÉTS

## INTENTIONS PÉDAGOGIQUES ET/OU ÉVALUATIVES

Intégrer le Défi génie inventif ÉTS dans une situation d'apprentissage et d'évaluation conforme au programme de science et technologie du deuxième cycle du secondaire.

Amener l'élève à développer la première compétence disciplinaire du programme de science et technologie, le volet pratique, à travers la réalisation du Défi génie inventif ÉTS.

Permettre à l'élève de recevoir de la rétroaction directe et précise sur le développement de ses compétences et sur sa capacité à mobiliser efficacement les connaissances s'y rattachant.

## DÉFI

Seul ou en équipe, l'élève est appelé à concevoir un véhicule capable de descendre une pente, de passer entre deux colonnes et de s'arrêter le plus près possible d'un trait sans le dépasser.

## DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

### Orientation et entrepreneuriat

Axe de développement

#### Conscience de soi, de son potentiel et de ses modes d'actualisation

Le défi permet à l'élève de vivre une démarche de conception technologique qui l'amène à une meilleure connaissance de ses talents et de ses qualités. Il permet de lui insuffler motivation, goût du défi et sentiment de responsabilité par rapport à ses succès et à ses échecs.

## AUTRES COMPÉTENCES (COMPÉTENCES TRANSVERSALES)<sup>2</sup>

CT 4 : Mettre en oeuvre sa pensée créatrice  
afin de proposer des solutions au défi qui soient les plus efficaces et innovatrices possibles.

CT 5 : Se donner des méthodes de travail efficaces  
en planifiant rigoureusement sa démarche de conception, puis de fabrication.

<sup>2</sup> Toutes les compétences transversales sont mises à profit dans la réalisation de ce projet. Toutefois, nous jugeons que celles mentionnées dans le tableau sont celles qui prévalent davantage sur les autres.

# VUE D'ENSEMBLE DU DÉFI GÉNIE INVENTIF ÉTS

## COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES

Un document intitulé « Grille descriptive d'évaluation » est disponible. Vous y trouverez la grille de la compétence disciplinaire 1, soit le volet pratique. Vous trouverez de petites réglettes qui reprennent certains critères d'évaluation de la compétence à évaluer dans le bas des fiches des élèves dans le journal de bord.

### Volet pratique (CD1)

Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique et communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie.

## EXPLICATION DES CRITÈRES (volet pratique)

### Représentation adéquate de la situation :

L'élève cible les besoins liés à la construction tout en tenant compte des contraintes associées aux règlements du Défi génie inventif ÉTS.

### Élaboration d'une démarche pertinente :

L'élève émet plusieurs solutions possibles et est amené à choisir celle qui répond le mieux aux contraintes imposées en plus de répondre au défi proposé. Il planifie ensuite sa démarche afin d'exécuter les différentes étapes lui permettant de mener à bien son projet.

### Mise en oeuvre adéquate de la démarche :

L'élève effectue des essais et modifie sa démarche par rapport à son plan initial tout en prenant soin de noter tous ces changements par écrit dans son cahier de bord.

### Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes :

L'élève, suite à plusieurs essais de son prototype, propose des pistes d'amélioration et tire des conclusions sur le travail effectué quant au respect des contraintes imposées et du but visé par le Défi.

## CADRES D'ÉVALUATION DU MEES

### 2<sup>e</sup> cycle – ST

Les élèves des programmes optionnels de 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> secondaires pourront pousser l'analyse de résultats plus loin. Ainsi, ceux-ci seront capables de :

### 2<sup>e</sup> cycle – ATS

- recueillir des données quantitatives lors des essais afin de mettre à profit les relations mathématiques;
- tenir compte de la précision des outils et des équipements utilisés;
- établir des liens entre les résultats et les concepts de physique.

# LIENS AVEC LA PROGRESSION DES APPRENTISSAGES

Le défi **Freine tes ardeurs!** permet de couvrir plusieurs notions de la Progression des apprentissages du MEES. Par souci de lisibilité, nous ne reproduirons pas l'intégralité des tableaux dans ce document. Les liens à faire sont principalement dans l'univers technologique. Selon le prototype créé par les élèves, les liens à faire peuvent varier d'une équipe à l'autre. C'est pourquoi nous ne les mettrons pas tous en évidence ici. Voici certaines notions **tirées de la Progression des apprentissages** qui pourront être traitées :

## UNIVERS TECHNOLOGIQUES

- B. Ingénierie mécanique
  - o Forces et mouvements
  - o Systèmes technologiques
- D. Matériaux
  - o Ressources matérielles
- E. Fabrication
  - o Cahier des charges

## UNIVERS MATÉRIEL

- B. Transformations
  - o Transformations de l'énergie

## UNIVERS TERRE ET ESPACE

- B. Transformations
  - o Gravitation universelle

De nombreuses techniques et stratégies tirées de la progression des apprentissages seront également mises à profit lors de la réalisation du DGI ÉTS. À titre d'exemples, en voici quelques unes :

## TECHNIQUES

### Technologie

- Langage graphique
  - o Techniques de dessin
  - o Techniques de schématisation
  - o Techniques d'utilisation d'échelles
- Fabrication
  - o Techniques d'usinage et formage
  - o Techniques d'assemblage
  - o Techniques d'utilisation sécuritaire des machines et des outils



## STRATÉGIES

Stratégies d'exploration :

- Discerner les éléments pertinents à la résolution du problème
- Évoquer des problèmes similaires déjà résolus
- Explorer diverses avenues de solution
- Réfléchir sur ses erreurs afin d'en identifier la source
- Recourir à des démarches empiriques (ex.: tâtonnement, analyse, exploration à l'aide des sens)
- Vérifier la cohérence de sa démarche et effectuer les ajustements nécessaires
- Élaborer divers scénarios possibles

Stratégies d'instrumentation :

- Recourir au dessin pour illustrer une solution (ex.: schéma, croquis, dessin technique)
- Recourir à des outils de consignation (ex.: schéma, note, graphique, protocole, journal de bord)

Stratégies d'analyse :

- Déterminer les contraintes et les éléments importants pour la résolution d'un problème
- Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples
- Faire appel à divers modes de raisonnement pour traiter les informations (ex. : inférer, induire, déduire, comparer, classier, sérier)



# PLANIFICATION



Ce document va de pair avec le déroulement de la démarche technologique de conception. Toutefois, il ne propose pas de planification minutée ou de stratégies d'enseignement et d'apprentissage à préconiser.

- Pour couvrir l'ensemble des fiches proposées, prévoir approximativement 11 périodes de 75 minutes. Pour réduire ce nombre de périodes, certaines activités peuvent se faire en devoir ou en parascolaire (voir planification générale suggérée à la page suivante).
- Le journal de bord de l'élève contient une série de fiches que l'enseignant peut utiliser pour évaluer les compétences acquises par les élèves. L'enseignant peut choisir de n'utiliser que les fiches qui lui conviennent. Ces fiches permettent aussi à l'élève de laisser des traces de sa démarche.
- Pour participer à la finale régionale, il est recommandé de commencer le DGI dès l'automne (en octobre ou novembre).
- Une compétition entre les équipes au sein d'une même classe peut servir de contexte pour l'évaluation de fin de deuxième étape.
- L'échéancier proposé devrait permettre à toutes les équipes de travail de produire un prototype.
- Les élèves qui souhaitent poursuivre, en prévision de la finale régionale du DGI ÉTS, peuvent alors améliorer leur appareil ou produire d'autres prototypes (à la finale régionale, un seul prototype est accepté par équipe).

## FINALES RÉGIONALES

Des finales régionales du **Défi génie inventif ÉTS** auront lieu partout au Québec en mars, en avril et en mai. Vous pouvez consulter le calendrier au **TECHNOSCIENCE.CA**.

Consultez l'organisme de votre région pour obtenir plus d'information sur les coûts et les modalités de participation à une finale régionale.



# PLANIFICATION SUGGÉRÉE

| DÉMARCHE DE LA CONCEPTION TECHNOLOGIQUE | GRANDES ÉTAPES                                               | JOURNAL DE BORD DES ÉLÈVES                                                               | PLANIFICATION GÉNÉRALE SUGGÉRÉE |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| CERNER LE PROBLÈME                      | Présentation de la SAÉ                                       | Lectures des règlements                                                                  | Cours 1                         |
|                                         |                                                              | Présentation du journal de bord et du projet en général                                  |                                 |
|                                         | Expérimentation visant la compréhension de nouveaux concepts | Fiche A: Je comprends les transformations d'énergie dans le défi                         | Cours 1 à 4                     |
|                                         |                                                              | Fiche B : Je comprends l'action des forces dans le défi                                  |                                 |
|                                         |                                                              | Fiche C : Je comprends le freinage                                                       |                                 |
|                                         |                                                              | <b>SE-STE</b><br>Fiche D : Je calcule les transformations d'énergie                      |                                 |
|                                         |                                                              | <b>PHYSIQUE</b><br>Fiche E : Je comprends les forces impliquées dans le défi             |                                 |
|                                         | Analyse des besoins et des contraintes                       | Fiche 1* - Je comprends le problème ainsi que les besoins et contraintes qui y sont liés | Cours 4                         |
| ÉLABORER UN PLAN D'ACTION               | Remue-ménages pour trouver des solutions au défi             | Fiche 2 - Je cherche des solutions                                                       |                                 |
|                                         | Analyse et choix des solutions                               | Fiche 3 - J'analyse mes solutions                                                        | Cours 5                         |
|                                         |                                                              | Fiche 4* - Je détermine les ressources nécessaires                                       |                                 |
|                                         |                                                              | Fiche 5 - Je planifie les étapes de la mise en œuvre de mon plan d'action                |                                 |
|                                         | Conception du prototype                                      | Fiche 6 - Je fais un schéma de principe de mon prototype                                 | Cours 6-7                       |
|                                         |                                                              | Fiche 7 - Je fais un schéma de construction de mon prototype                             |                                 |

\* Si le temps vous manque, ces fiches pourraient facilement être données en devoir

| DÉMARCHE DE LA CONCEPTION TECHNOLOGIQUE | GRANDES ÉTAPES           | JOURNAL DE BORD DES ÉLÈVES                                                               | PLANIFICATION GÉNÉRALE SUGGÉRÉE |
|-----------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| CONCRÉTISER UN PLAN D'ACTION            | Fabrication du prototype | Fiche 8 – Je précise les mesures de sécurité pertinentes à respecter                     | Cours 8 à 10                    |
|                                         | Mise à l'essai           | Fiche 9 – Je procède aux essais et j'ajuste mon plan d'action                            |                                 |
| ANALYSER LA SITUATION                   | Retour sur la démarche   | Fiche 10 – J'effectue un retour sur les résultats des essais et sur le projet en général | Cours 11                        |
|                                         |                          | Fiche 11 – Production du rapport écrit                                                   |                                 |

## ÉVALUATION

La **Grille descriptive d'évaluation** est disponible dans les outils pédagogiques proposés. Cette grille vous propose des critères observables afin d'évaluer vos élèves.

Des réglottes sont également présentes à la fin de chacune des fiches des élèves dans le journal de bord. Elles permettent à l'élève de garder les traces de son évaluation. Pour avoir le détail de cette évaluation et des critères observés, l'enseignant peut remettre la grille descriptive complète aux élèves. On y retrouve le volet pratique (compétences 1) ainsi que les différents critères d'évaluation. Finalement, des descriptifs sont exposés afin de situer l'élève sur une échelle de A à E et une pondération est suggérée.

## MESSAGE AUX ÉLÈVES

### Compétences et performances

Dans le domaine de la conception technologique, la performance de l'objet technique est sans contredit un élément déterminant de l'évaluation. Dans l'industrie, il est impensable de vendre un objet qui n'est pas fonctionnel sous prétexte que la démarche de conception était impeccable. Toutefois, le prototypage est un aspect important de la recherche et du développement. C'est à ce niveau que s'inscrit la démarche de conception des élèves.

De plus, l'élève peut suggérer des solutions aux problèmes rencontrés par le prototype et présenter une analyse complète qui va lui permettre d'obtenir une évaluation juste et équitable du développement de ses compétences.



## FICHE A

### JE COMPRENDS LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE DÉFI

L'énergie est la capacité d'un système à effectuer un travail. On la puise principalement à trois sources :

- l'énergie de rayonnement (associée aux rayons du soleil);
- l'énergie thermique (associée à de la chaleur);
- l'énergie mécanique (associée à un mouvement).

Voyons quelles formes d'énergie entreront en jeu dans le cadre du défi de cette année et en quoi il sera important de les maîtriser pour le relever.

#### But de l'expérience

Repérer les formes d'énergie qui ont un impact sur un objet qui descend le long d'un plan incliné.

#### Comment le vérifier

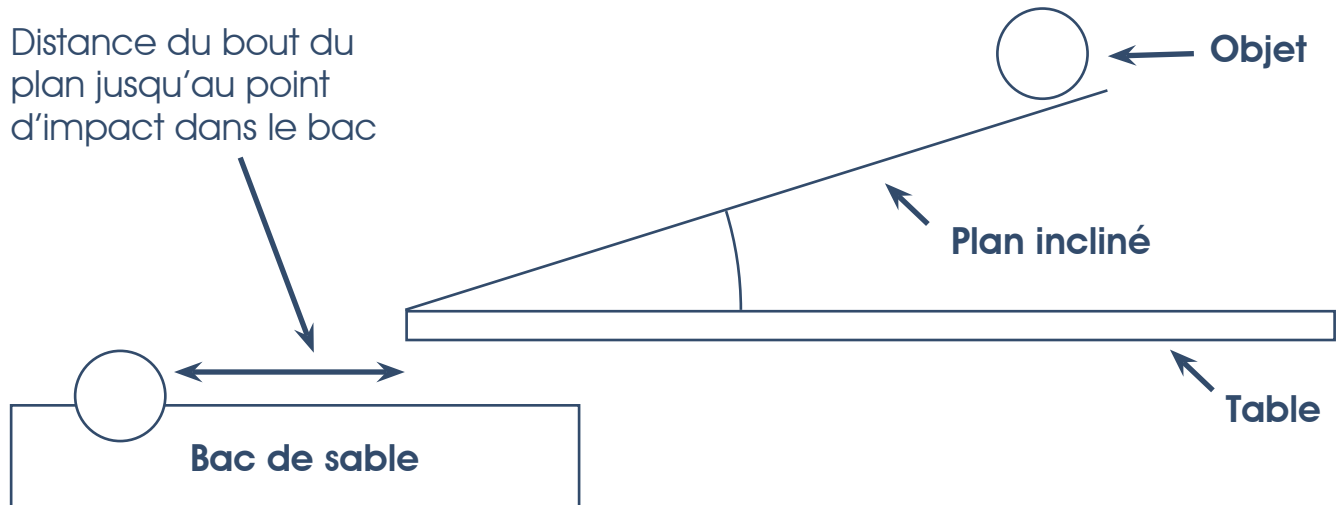
En laissant tomber des objets du haut d'un plan incliné dans un bac à sable, tu observeras ceux qui ont accumulé le plus d'énergie potentielle en tenant compte de la profondeur à laquelle ils se trouvent ou encore du cratère formé dans le sable.

#### Matériel

- Un plan incliné. Sa longueur et l'angle qu'il forme avec la table ont peu d'importance, en autant qu'ils demeurent les mêmes d'une expérience à l'autre afin de ne faire varier qu'un seul élément lors de l'expérience (variable). Tu n'as pas besoin d'un plan incliné aussi long et haut que l'aire de compétition du défi pour faire cette expérience.
- Un bac contenant de 5 à 10 centimètres de sable humide (mais pas détrempé). Ce bac sera disposé au bas du plan incliné pour y accueillir l'objet qui va y descendre.
- Deux objets de forme similaire, mais de masses assez différentes (par exemple des masses de laboratoire cylindriques, l'une de 50 g et l'autre de 1 000 g).
- Une règle ou un ruban à mesurer.

# FIGHE A (SUITE)

## Schéma du montage suggéré



### Démarche 1 de 3

1. Place l'objet léger en haut du plan incliné et laisse-le rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable (voir le schéma).
2. Mesure la profondeur du cratère formé par l'objet dans le sable. Mesure également la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.
3. Recommence la manipulation, mais avec l'objet lourd, en le laissant rouler à partir du même endroit sur le plan incliné.
4. Mesure à nouveau la profondeur du cratère laissé dans le sable et la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.

# FICHE A (SUITE)

## Tableau des résultats 1 de 3

*Variation de la distance horizontale parcourue et de la profondeur du cratère en fonction de la masse de l'objet*

|                                  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| Masse de l'objet (g)             |  |  |
| Distance horizontale (cm)        |  |  |
| Profondeur du cratère formé (cm) |  |  |

## Analyse et conclusion 1 de 3

1. Lequel des deux objets a accumulé le plus d'énergie en descendant le long du plan incliné? Justifie ta réponse à partir des résultats.





## FICHE A (SUITE)

### JE COMPRENDS LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE DÉFI

La masse a vraisemblablement de l'influence sur la quantité d'énergie qu'accumule l'objet sur le plan incliné. Voyons maintenant, en modifiant quelques paramètres de l'expérience, si on peut identifier les autres variables qui influencent l'énergie.

Pour cette expérience, tu n'auras besoin que d'un seul des deux objets utilisés précédemment. Assure-toi que ton plan incliné forme un angle d'au moins 45° avec la table.

#### Démarche 2 de 3

1. Place ton objet en haut du plan incliné et laisse-le rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable (voir le schéma).
2. Mesure la profondeur du cratère formé par l'objet dans le sable. Mesure également la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.
3. Recommence la manipulation, mais en déposant cette fois-ci le même objet à mi-chemin sur le plan incliné.
4. Mesure à nouveau la profondeur du cratère laissé dans le sable et la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.



# FICHE A (SUITE)

## Tableau des résultats 2 de 3

*Variation de la distance horizontale parcourue et de la profondeur du cratère en fonction de la position de départ de l'objet sur le plan incliné.*

|                                                 |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--|
| Distance parcourue le long du plan incliné (cm) |  |  |
| Distance horizontale dans le bac (cm)           |  |  |
| Profondeur du cratère formé dans le bac (cm)    |  |  |

## Analyse et conclusion 2 de 3

1. Lors de quelle situation l'objet a-t-il accumulé le plus d'énergie en descendant le long du plan incliné ? Justifie ta réponse à partir de tes résultats.
2. D'après-toi, quelle variable a influencé la quantité d'énergie accumulée par l'objet dans cette expérience ? S'agit-il réellement de la distance parcourue le long du plan incliné ? Sinon, quelle pourrait être cette variable ?





## FICHE A (SUITE)

### JE COMPRENDS LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE DÉFI

Pour cette expérience, utilise le même objet que dans l'expérience précédente.

#### Démarche 3 de 3

1. Ajuste l'angle formé par le plan incliné et la table de manière à ce qu'il soit élevé (entre 45 et 75°). Mesure la hauteur de l'extrémité la plus élevée du plan jusqu'à la table.
2. Place ton objet en haut du plan incliné et laisse-le rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable (voir le schéma en page 4).
3. Mesure la profondeur du cratère formé par la masse dans le sable. Mesure également la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.
4. Ajuste à présent l'angle du plan incliné de manière à ce qu'il soit faible (entre 10 et 30°). Mesure la hauteur de l'extrémité la plus élevée du plan jusqu'à la table.
5. Place ton objet en haut du plan incliné et laisse-le rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable.
6. Mesure à nouveau la profondeur du cratère laissé dans le sable et la distance horizontale du bout du plan jusqu'au cratère.



# FICHE A (SUITE)

## Tableau des résultats 3 de 3

*Variation de la distance horizontale parcourue et de la profondeur du cratère en fonction de la hauteur de l'extrémité la plus élevée du plan incliné.*

|                                                    |  |  |
|----------------------------------------------------|--|--|
| Hauteur de l'extrémité la plus élevée du plan (cm) |  |  |
| Distance horizontale dans le bac (cm)              |  |  |
| Profondeur du cratère formé dans le bac (cm)       |  |  |

## Analyse et conclusion 3 de 3

1. Lequel des deux objets a accumulé le plus d'énergie en descendant le long du plan incliné ? Justifie ta réponse à partir de tes résultats.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. À la lumière des démarches B et C, quelle variable influence l'énergie de l'objet : la distance parcourue le long du plan incliné ou la hauteur de départ ? Pourquoi ?

Depuis le début des manipulations (A, B, C), il est question d'énergie accumulée par l'objet dans sa descente du plan incliné. D'où provient cette énergie ?

La loi de la conservation de l'énergie stipule que dans un système fermé, toute l'énergie est constante ; elle change seulement de forme. Le plan incliné et l'objet forment un système. Bien que ce système ne soit pas fermé (c'est-à-dire isolé), l'énergie totale est conservée. Mais cette énergie ne se présente pas sous la même forme en haut et en bas du plan incliné :

En haut du plan, l'objet a accumulé de l'énergie potentielle gravitationnelle (qui est influencée par la masse de l'objet et par la hauteur où il se trouve).

En bas du plan incliné, la hauteur est nulle ce qui fait que l'objet n'a plus d'énergie potentielle. La même quantité d'énergie est cependant disponible pour l'objet, mais cette fois-ci sous forme d'énergie cinétique (influencée par la masse de l'objet et par sa vitesse).

Sous l'effet de la force gravitationnelle, l'objet a accéléré de façon constante à chaque seconde de sa chute. C'est pourquoi on peut dire qu'il a accumulé de l'énergie (cinétique) tout au long de sa descente le long du plan incliné, mais qu'il disposait déjà de cette énergie sous une autre forme au départ de sa course.

## Conclusion

3. D'où est venue l'énergie pour positionner l'objet en haut du plan incliné ?





## FIGHE B

### JE COMPRENDS L'ACTION DES FORCES DANS LE DÉFI

Nous avons vu que l'énergie est la capacité d'un système à effectuer un travail. Le travail est le produit d'une force par un déplacement s'effectuant dans le sens de la force.

Une force agit sur un objet de manière à en modifier l'état de mouvement (le mettre en mouvement, l'arrêter, changer sa trajectoire, etc.) ou la forme (l'étirer, le comprimer, le déformer, le casser, etc.).

Voyons ici quelles forces agissent dans le défi et s'il est possible de les contrôler pour obtenir de meilleurs résultats.

#### But de l'expérience

Observer et comprendre les forces qui agissent sur un corps en mouvement.

#### Matériel

- Un plan incliné (Tu n'as pas besoin d'un plan incliné aussi long et haut que l'aire de compétition du défi pour faire cette expérience.)
- Un objet pouvant rouler sur le plan incliné et sur le sol

#### Démarche

1. Place l'objet en haut du plan incliné et laisse-le rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il poursuive sa trajectoire à l'horizontale le plus loin possible.
2. Observe le comportement de l'objet tout au long de sa trajectoire. Tente de repérer les changements dans le mouvement de l'objet (accélération, décélération, vitesse constante). Il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de distance et de temps. Tu cherches à faire des observations qualitatives (non mesurables).



# FIGHE B (SUITE)

## Tableau des résultats

*Observations qualitatives de l'état de mouvement de l'objet à différents endroits sur le plan incliné*

|                                                                       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------|--|--|
| Description de l'état de mouvement de l'objet en haut du plan incliné |  |  |
| Description de l'état de mouvement de l'objet en bas du plan incliné  |  |  |
| Description de l'état de mouvement de l'objet sur la partie plane     |  |  |

## Analyse et conclusion

1. À partir des observations faites sur l'état de mouvement de l'objet, combien de forces agissent sur celui-ci durant sa trajectoire? Essaie de les nommer.
2. Pose ton objet sur le sol, à plat. Il ne bouge pas. Tu sais que la force gravitationnelle agit sur lui, mais pourtant, il ne bouge pas. C'est que le sol exerce une force égale et opposée (appelée la force normale). S'il ne le faisait pas, la force gravitationnelle ferait en sorte qu'il défonce le sol et poursuive sa trajectoire vers le centre de la terre. Sachant que la force gravitationnelle est annulée par la force normale lorsque l'objet se déplace à plat, pourquoi continue-t-il à se déplacer? Pourquoi finit-il par s'arrêter?
3. D'après toi, s'il n'y avait aucun frottement entre l'objet et le sol ni obstacle sur son chemin, est-ce que l'objet s'arrêterait? Pourquoi?
4. Décris le mouvement effectué par un véhicule sur un plan incliné ou sur la partie plane.
5. Décris le mouvement effectué par les roues d'un véhicule sur un plan incliné ou à plat.



## FIGHE C

### JE COMPRENDS LE FREINAGE

Le véhicule arrive sur la partie horizontale du plan incliné. Son énergie cinétique est maximale et son énergie potentielle est maintenant nulle. Pour l'immobiliser, il faudra dissiper cette énergie cinétique sous une autre forme. La force qui intervient ici est la force de frottement.

Tentons de découvrir ses caractéristiques. Nous tenterons également de voir sous quelle forme l'énergie du freinage sera dissipée.

Réfléchis quelques instants à différents systèmes de freinage d'objets techniques que tu connais, comme les freins d'une voiture ou d'un vélo. Ils fonctionnent en exploitant le frottement entre deux surfaces. Il est assez facile de voir sous quelle forme l'énergie du mouvement de deux surfaces qui frottent l'une contre l'autre est dissipée. Frotte tes deux paumes de mains l'une contre l'autre quelques secondes. Qu'arrive-t-il ?

Un des facteurs influençant l'efficacité du freinage (et donc l'énergie requise pour immobiliser un objet en mouvement) est la nature des surfaces en contact.

#### But de l'expérience

Déterminer la nature des matériaux qui offrent la plus grande résistance au mouvement.

#### Matériel

- Un plan incliné.
- Une masse de laboratoire cylindrique.
- Différents matériaux que tu peux coller sur une des surfaces de la masse de laboratoire, comme un élastique large en caoutchouc (servant à retenir des brocolis par exemple), du plastique, du bois, du papier, du tissu, etc.
- Gommette

# FICHE C (SUITE)

## Démarche

- 1. Donne au plan incliné un angle qui permettra à la masse, si tu la déposes sur l'une de ses surfaces circulaires, de glisser au bas du plan.
- 2. Coupe des surfaces équivalentes de chacun des matériaux choisis. Idéalement, cette surface serait plus petite ou égale à la surface circulaire de la masse de laboratoire.
- 3. Colle à l'aide de gommette le matériau sur la surface circulaire de la masse de laboratoire et dépose la masse sur sa nouvelle surface en haut du plan. Note l'effet du matériau sur le comportement de la masse.
- 4. Recommence avec chaque matériau.

## Tableau des résultats

Le comportement de la masse sur le plan incliné en fonction du matériau collé sous ce dernier.

|                                              |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Matériau collé sous la masse                 |  |  |  |  |  |  |
| Comportement de la masse sur le plan incliné |  |  |  |  |  |  |

Analyse et conclusion

- 1) À la lumière de tes résultats, quels matériaux offrent naturellement la meilleure résistance au mouvement ?
- 2) Lequel de ces matériaux permettrait de concevoir un système de freinage efficace et pourquoi ?



# FIGHE C

## JE COMPRENDS LE FREINAGE

Un autre excellent moyen de bien comprendre le freinage consiste à jouer avec les freins de ton vélo. Cela pourrait t'aider à répondre à ces quelques questions.

3. Si tu actives les freins très doucement, quelles surfaces frottent jusqu'à l'arrêt du vélo? Parviens-tu à contrôler le freinage pour arrêter où tu veux?
4. Si tu freines brusquement, la roue bloque instantanément, mais le vélo s'arrête-t-il pour autant? Quelles sont alors les deux surfaces qui frottent jusqu'à l'arrêt du vélo?
5. Contrôles-tu aussi bien le freinage?
6. Pour quelle raison le vélo ne s'arrête-t-il pas instantanément quand tu bloques les roues?
7. Revenons au défi. Quel mouvement serait-il préférable de bloquer afin d'immobiliser le véhicule le plus près possible du trait à atteindre? Comment le faire à la distance voulue?

**⚠ ATTENTION ⚠**  
SI TU TENTES  
L'EXPÉRIENCE, IDENTIFIE  
LE FREIN ARRIÈRE DE  
TON VÉLO ET N'UTILISE  
QUE CELUI-CI POUR  
ÉVITER DE BASCULER  
PAR-DESSUS TON  
GUIDON. CE SERAIT  
ASSEZ RÉVÉLATEUR,  
MAIS ÇA AUGMENTE LE  
RISQUE DE BLESSURES  
ET CE N'EST PAS LE  
BUT DE L'EXERCICE.







## FIGHE D - SE-STE

### JE CALCULE LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE

À l'intention des élèves inscrits aux options de science de l'environnement et de science et technologie de l'environnement.

L'énergie potentielle gravitationnelle ( $E_p$ ) d'un objet est influencée par trois facteurs :

- sa masse ( $m$ ) ;
- son accélération gravitationnelle ( $g$ ) ;
- son déplacement ( $h$ ).

La masse d'un objet est mesurée en kilogrammes (kg).

L'accélération gravitationnelle est relativement constante, soit  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Elle varie légèrement selon la latitude à laquelle on se trouve. Un objet en chute libre accélère parce que la force gravitationnelle agit sur lui constamment. Sa vitesse augmente donc de  $9,81 \text{ m/s}$  à chaque seconde.

Le déplacement de l'objet équivaut en fait la hauteur de sa chute potentielle. On la mesure en mètres (m). Pour ce qui est de l'énergie potentielle, elle se mesure en joules (J) dans le système métrique, comme toutes les autres formes d'énergie.

$$\text{Ainsi, } E_p = mgh$$

L'énergie cinétique ( $E_c$ ) d'un objet est quant à elle influencée par deux facteurs : sa masse et sa vitesse.

$$\text{Ainsi, } E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

En vertu de la loi de la conservation de l'énergie, l'énergie totale d'un système fermé est conservée. Dans le cas qui nous intéresse (un véhicule qui descend le long d'un plan incliné), on considérera pour l'instant qu'il s'agit d'un système isolé sans frottement.

## FIGHE D (SUITE)

1. En supposant que ton véhicule ait la masse minimale permise, soit 0,5 kg, calcule son énergie potentielle gravitationnelle lorsqu'il est situé en haut sur le plan incliné. Réfère-toi au cahier des charges pour les dimensions du plan incliné.
2. Immobilisé en haut sur le plan incliné, le véhicule a-t-il de l'énergie cinétique? Pourquoi?
3. En descendant sur le plan incliné, le véhicule gagne de la vitesse, accéléré grâce à la force gravitationnelle. Arrivé au bas du plan incliné (plan horizontal), le véhicule n'a plus d'énergie potentielle (la hauteur étant égale à zéro). Pourtant, la loi de la conservation de l'énergie nous indique que toute l'énergie est conservée. En l'absence de friction ou de freinage, l'énergie du véhicule sur le plan horizontal est entièrement sous forme cinétique. À quelle vitesse le véhicule arrivera-t-il au bas du plan incliné?



## FIGHE D (SUITE)

4. L'énergie du véhicule lui permet d'effectuer son travail ( $W$ ). Le travail se mesure en joules comme l'énergie. Il est le produit de la force exercée sur le véhicule dans le sens de son déplacement (distance parcourue en mètres), donc  $W = F * d$ .

Au bas du plan incliné, le véhicule aura parcouru 2,4 mètres. Si toute l'énergie du système a servi au travail du véhicule se déplaçant vers le bas du plan, quelle est la force exercée sur le véhicule (en newtons)?

5. Sachant que la force exercée sur le véhicule est la force gravitationnelle et que celle-ci correspond au produit de la masse du véhicule et de l'accélération gravitationnelle ( $F_g = m * g$ ), calcule la force gravitationnelle exercée sur le véhicule.
6. Pourquoi la force exercée sur le véhicule (telle que calculée à partir du travail effectué) est-elle différente de la force gravitationnelle exercée sur celui-ci ? Tente quelques hypothèses.



## FIGHE D (SUITE)

7. La force de friction entre les roues en bois d'un véhicule de 0,5 kg et une surface de bois est d'environ 2,45 N. En supposant cette valeur comme étant juste, si un système de freinage permet au véhicule de bloquer ses roues dès qu'il arrive au bas du plan incliné, sur quelle distance devrait-il glisser avant de s'immobiliser (utilise la formule du travail  $-d=W/F$ )?
  
8. Comment pourrais-tu réduire cette distance de freinage ? Quels sont les biais possibles du calcul effectué précédemment ?



## FICHE E - PHYSIQUE

### JE COMPRENDS LES FORCES IMPLIQUÉES DANS LE DGI ÉTS

À l'intention des élèves inscrits à l'option de physique de 5<sup>e</sup> secondaire.



Plusieurs forces s'exercent sur le véhicule sur le plan incliné. Cette fiche vise à les analyser et à déterminer lesquelles influencent le déplacement du véhicule et éventuellement son freinage. Quelques rappels :

$$F = m * a$$

où  $F$  est la force (en N),  $m$  la masse (en kg) et  $a$  est l'accélération (en  $m/s^2$ ).  
 $F$  et  $a$  sont des vecteurs.

$$F_f = \mu_f * F_n$$

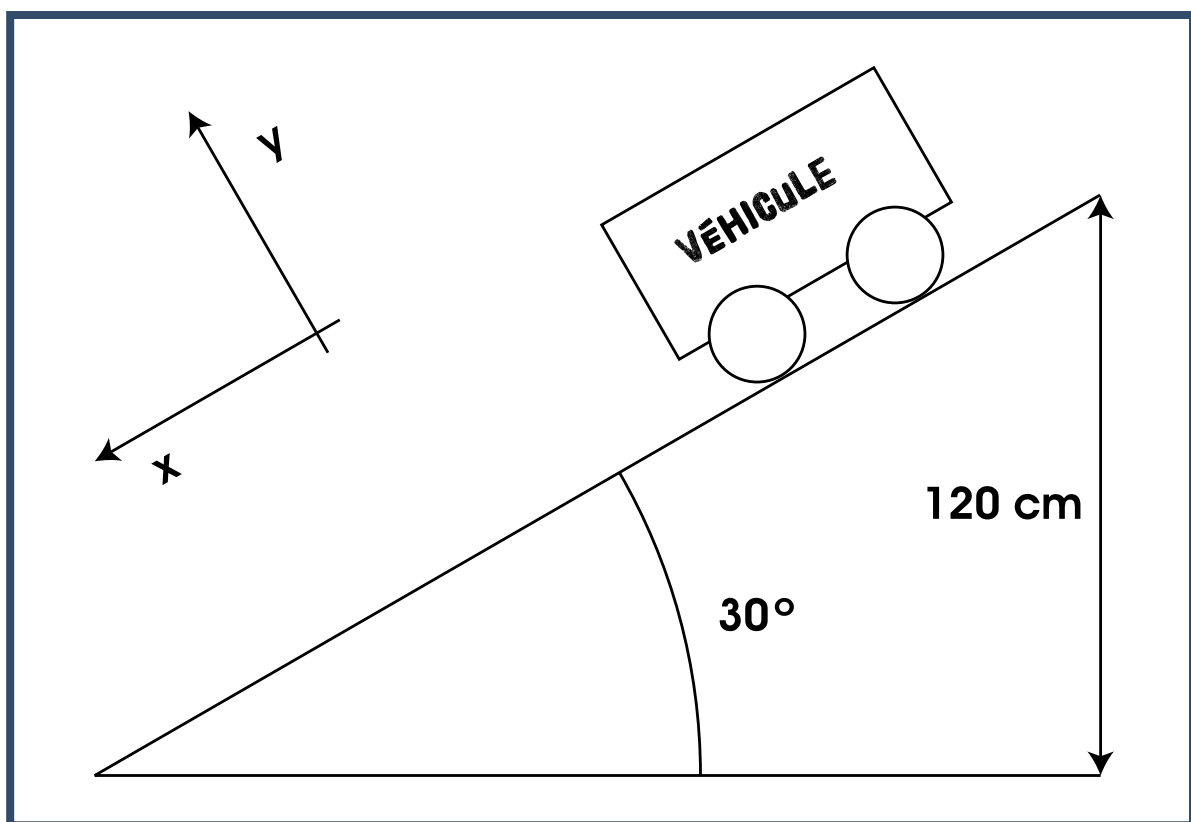
où  $F_f$  est la force de friction (en N),  $\mu_f$  est un coefficient de friction et  $F_n$  est la force normale (en N). Les deux forces sont des vecteurs.

$$E_p = mgh$$

où  $E_p$  est l'énergie potentielle (en J),  $m$  est la masse (en kg),  
 $g$  est l'accélération gravitationnelle (en  $m/s^2$ ) et  $h$  la hauteur (en m).

## FIGHE E (SUITE)

1. Complète le diagramme des forces s'exerçant sur le véhicule à l'aide de flèches donnant leur orientation. Situe la force gravitationnelle, normale et de friction sur le schéma.
2. Indique à l'aide d'une quatrième flèche l'orientation de la force résultante de ces trois forces additionnées.



## FIGHE E (SUITE)

3. Calcule la grandeur de la force gravitationnelle et de la force normale s'exerçant sur le véhicule. Suppose que le véhicule a la masse minimale permise dans le cahier des charges.
4. Calcule à présent la force résultante (orientée selon l'axe du plan incliné) en supposant que la friction entre les roues et le plan est nulle.
5. Calcule le travail effectué par le véhicule qui descend sur une distance de 2,4 m le long du plan incliné.
6. En vertu de la loi de conservation de l'énergie, si on néglige le frottement, le travail effectué devrait correspondre à l'énergie totale du système sur le plan incliné. Peux-tu le vérifier en calculant l'énergie potentielle gravitationnelle du véhicule en haut du plan incliné ?



## FIGHE E (SUITE)

7. Quelle devrait être la vitesse du véhicule au bas du plan incliné (en négligeant le frottement) ?
8. Le coefficient de friction est généralement déterminé expérimentalement. Plusieurs références fournissent des coefficients de friction entre deux matériaux communs. Le mieux reste encore de déterminer son propre coefficient de friction à l'aide d'un dynamomètre. Pour les besoins de l'exercice, supposons comme exacte la valeur suivante d'un coefficient de friction entre le caoutchouc et le bois :  $\mu_f = 0,5$ . Calcule la force de friction sur la partie plane de l'aire de compétition.
9. Si toute l'énergie cinétique du véhicule au bas du plan incliné est conservée et transformée en travail, compte-tenu de la force de friction, sur quelle distance le véhicule devrait-il poursuivre sa trajectoire avant de s'immobiliser si on bloque les roues immédiatement au bas du plan incliné ?
10. Comment réduire cette distance de freinage ? Quels sont les biais méthodologiques des calculs effectués précédemment ?

