

défi
génie
inventif ETS

La science
techno
en mode
pratique

GUIDE PÉDAGOGIQUE

1^{er} et 2^e cycles du secondaire

FREÎNE TES ARDEURS!

2023-2024



Un programme du



TECHNOSCIENCE.CA

| | |
|--|-------------|
| Introduction | p.3 |
| Vue d'ensemble du défi | p.4 |
| Lien avec la progression des apprentissages | p.7 |
| <i>L'univers matériel</i> | <i>p.7</i> |
| <i>La Terre et l'espace</i> | <i>p.8</i> |
| <i>L'univers technologique</i> | <i>p.8</i> |
| <i>Techniques</i> | <i>p.11</i> |
| <i>Stratégies</i> | <i>p.13</i> |
| Planification | p.16 |
| <i>Planification suggérée</i> | <i>p.17</i> |
| Évaluation | p.18 |
| <i>Grille d'évaluation</i> | <i>p.19</i> |
| Annexes - Activités complémentaires | p.20 |
| <i>Fiche A - Je comprends les transformations d'énergie dans le défi</i> | <i>p.21</i> |
| <i>Fiche B - Je comprends l'action des forces dans le défi</i> | <i>p.25</i> |
| <i>Fiche C - Je comprends le freinage</i> | <i>p.27</i> |
| <i>Fiche D - Je calcule les transformations d'énergie</i> | <i>p.30</i> |
| <i>Fiche E - Je comprends les forces impliquées dans le défi</i> | <i>p.33</i> |

LE DÉFI

Concevoir un prototype 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 enseignants et les enseignantes 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 le défi 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](https://technoscience.ca).

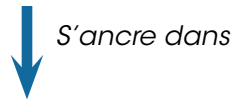
- Le **cahier des règlements - cahier des charges** du DGI ÉTS énonce les règlements, explique le défi et son déroulement, présente le système de pointage, etc. Il s'agit du point de départ du défi.
- Le **guide pédagogique** destiné à l'enseignant ou l'enseignante
Il fournit une description détaillée 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.
- Le **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 ou l'enseignante n'a pas à exploiter toutes les fiches : il choisit celles qui conviennent à ses interventions pédagogiques. Des réglottes 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^{er} cycle, ST et ATS de 2^e cycle).
- Le **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^{er} et 2^e cycles)
La grille d'évaluation permet à l'élève de structurer son rapport écrit. On retrouve une grille par cycle. Ce sont ces grilles qui sont utilisées par les juges pour la correction des rapports écrits.

Le Réseau Technoscience propose aux écoles de se procurer l'aire de jeu officielle du DGI ÉTS. Pour plus d'information ou pour la commander,

RENDEZ-VOUS AU [TECHNOSCIENCE.CA](https://technoscience.ca).



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.



Domaine général 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*¹

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

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

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 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 prototype 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)²

CT 4 : Mettre en oeuvre sa pensée créatrice

afin de proposer des solutions au défi qui soient les plus efficaces et innovatrices possible.

CT 5 : Se donner des méthodes de travail efficaces

en planifiant rigoureusement sa démarche de conception, puis de fabrication.

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 des 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.

² 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.

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 de l'objectif visé par le Défi.

CADRES D'ÉVALUATION DU MEQ

2^e cycle - ST

2^e cycle - ATS

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

- 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.

Note : Ces éléments font référence aux différents cadres d'évaluation du MEQ que vous retrouverez également sur leur site.

LIENS AVEC LA PROGRESSION DES APPRENTISSAGES

Le défi **Freine tes ardeurs!** permet de couvrir plusieurs notions de la Progression des apprentissages du MEQ. 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 :

L'UNIVERS MATÉRIEL

| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | ST 1 ^{er} cycle | | ST-ATS 2 ^e cycle | | SE-STE 2 ^e cycle | |
|---|---|-----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|---|
| | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| B. TRANSFORMATIONS | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| 5. | Transformations de l'énergie | ST | | ST | | STE | |
| a. Formes d'énergie | | | | | | | |
| i. | Décrire les formes d'énergie chimique, thermique, mécanique et rayonnante | | | * | | | |
| ii. | Identifier les formes d'énergie en cause lors d'une transformation de l'énergie (ex. : d'électrique à thermique dans un grille-pain, d'électrique à rayonnante dans une lampe infrarouge) | | | * | | | |
| iii. | Définir le joule comme étant l'unité de mesure de l'énergie | | | * | | | |
| b. Loi de la conservation de l'énergie | | | | | | | |
| i. | Expliquer qualitativement la loi de la conservation de l'énergie | | | | * | | |
| ii. | Appliquer la loi de la conservation de l'énergie dans divers contextes | | | | * | | |
| f. Force efficace | | | | | | | |
| i. | Définir la force efficace comme étant la composante de la force appliquée qui est exercée parallèlement au déplacement | | | | | | * |
| ii. | Déterminer graphiquement la grandeur de la force efficace dans une situation donnée | | | | | | * |
| g. Relation entre le travail, la force et le déplacement | | | | | | | |
| i. | Décrire qualitativement la relation entre le travail, la force appliquée sur un corps et son déplacement | | | | | | * |
| ii. | Appliquer la relation mathématique entre le travail, la force efficace et le déplacement ($W = F\Delta s$) | | | | | | * |
| h. Relation entre la masse et le poids | | | | | | | |
| i. | Décrire qualitativement la relation entre la masse et le poids | | | | | | * |
| ii. | Appliquer la relation mathématique entre la masse et le poids ($F_g = mg$) | | | | | | * |
| i. Relation entre l'énergie potentielle, la masse, l'accélération et le déplacement | | | | | | | |
| i. | Décrire qualitativement la relation entre l'énergie potentielle d'un corps, sa masse, l'accélération gravitationnelle et son déplacement | | | | | | * |
| ii. | Appliquer la relation mathématique entre l'énergie potentielle, la masse, l'accélération gravitationnelle et le déplacement ($E_p = mgh$) | | | | | | * |

L'UNIVERS MATÉRIEL (suite)

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|---|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | | | | | | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| j. Relation entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse | | | | | | | |
| i. Décrire qualitativement la relation entre l'énergie cinétique d'un corps, sa masse et sa vitesse | | | | | | | * |
| ii. Appliquer la relation mathématique entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$) | | | | | | | * |
| k. Relation entre le travail et l'énergie | | | | | | | |
| i. Décrire qualitativement la relation entre le travail effectué sur un corps et sa variation d'énergie | | | | | | | * |
| ii. Appliquer la relation mathématique entre le travail et l'énergie ($W = \Delta E$) | | | | | | | * |

LA TERRE ET L'ESPACE

| | | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | | | | | | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| C. PHÉNOMÈNES ASTRONOMIQUES | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| 1. Notions d'astronomie | | ST | | ST | | STE | |
| a. Gravitation universelle | | | | | | | |
| i. Définir la gravitation comme étant une force d'attraction mutuelle qui s'exerce entre les corps | | → | * | | | | |

L'UNIVERS TECHNOLOGIQUE

| | | | | | | | |
|--|---|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | | | | | | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| A. LANGAGE DES LIGNES | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| a. Schéma de principes | | | | | | | |
| i. Définir un schéma de principes comme étant une représentation permettant d'expliquer efficacement le fonctionnement d'un objet technique | | → | * | | | | |
| ii. Associer aux éléments fonctionnels d'objets techniques le schéma de principes qui s'y rattache | | → | * | | | | |
| iii. Expliquer le fonctionnement d'un objet technique simple en réalisant un schéma qui montre la ou les forces d'action ainsi que le ou les mouvements qui en résultent | | → | * | | | | |
| iv. Nommer les parties essentielles (<i>sous-ensembles et pièces</i>) liées au fonctionnement d'un objet technique | | → | * | | | | |
| v. Indiquer certains principes des machines simples mis en évidence dans un objet technique (<i>ex. : un levier dans une brouette et un coin dans une hache</i>) | | → | * | | | | |

L'UNIVERS TECHNOLOGIQUE (suite)

| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | | | | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| | | ST 1 ^{er} cycle | | ST-ATS 2 ^e cycle | | SE-STE 2 ^e cycle | |
| b. Schéma de construction | | | | | | | |
| | i. Définir le schéma de construction comme étant une représentation permettant d'expliquer efficacement la construction et l'assemblage d'un objet technique | → | * | | | | |
| | ii. Associer des objets techniques quant à la forme et à l'agencement des pièces au schéma de construction qui s'y rattache | → | * | | | | |
| | iii. Expliquer la construction d'un objet technique simple en réalisant un schéma qui met en relief l'assemblage et la combinaison des pièces | → | * | | | | |
| | iv. Nommer les parties (<i>pièces constitutives</i>) d'un objet technique simple | → | * | | | | |
| | v. Indiquer les liaisons et les guidages sur un schéma de construction | → | * | | | | |
| c. Standards et représentations | | | | | | | |
| | i. Choisir le type de schéma approprié à la représentation souhaitée (<i>ex. : utiliser un schéma de construction pour représenter des solutions d'assemblage, un schéma de principes pour représenter le fonctionnement d'un objet</i>) | | | * | | | |
| | ii. Représenter les mouvements liés au fonctionnement d'un objet à l'aide des symboles appropriés (<i>mouvement de translation rectiligne, de rotation, hélicoïdal</i>) | | | * | | | |
| g. Échelles | | | | | | | |
| | i. Associer les échelles à leur usage (représentation en grandeur réelle, en réduction ou en agrandissement d'un objet) | | | * | | | |
| | ii. Choisir une échelle d'utilisation simple pour réaliser un dessin (<i>ex. : 1 : 1, 1 : 2, 5 : 1</i>) | | | * | | | |
| k. Cotation | | | | | | | |
| | i. Décrire les principales règles de cotation (<i>ex. : pour faciliter la lecture d'un dessin technique, il faut éviter le croisement des lignes de cotation</i>) | | | * | | | |
| | ii. Interpréter des dessins techniques comportant les cotes (<i>dimensions</i>) requises pour la fabrication | | | * | | | |
| B. INGÉNIERIE MÉCANIQUE | | 1^{ère} | 2^e | 3^e | 4^e | 4^e | |
| 1. Forces et mouvements | | ST | | ST | | STE | |
| a. Types de mouvements | | | | | | | |
| | i. Repérer des pièces qui effectuent des mouvements spécifiques dans un objet technique (<i>mouvement de translation rectiligne, de rotation, hélicoïdal</i>) | → | * | | | | |
| b. Effets d'une force | | | | | | | |
| | i. Expliquer les effets d'une force dans un objet technique (<i>modification du mouvement d'un objet ou déformation d'un matériau</i>) | → | * | | | | |
| 2. Systèmes technologiques | | ST | | ST | | STE | |
| c. Transformation de l'énergie | | | | | | | |
| | i. Associer l'énergie à un rayonnement, à de la chaleur ou à un mouvement | → | * | | | | |
| | ii. Définir la transformation de l'énergie | → | * | | | | |
| | iii. Repérer des transformations d'énergie dans un objet technique ou un système technologique | → | * | | | | |

L'UNIVERS TECHNOLOGIQUE (suite)

| | | ST 1 ^{er} cycle | | ST-ATS 2 ^e cycle | | SE-STE 2 ^e cycle | |
|--|---|-----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|--|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | | | | | | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| D. MATÉRIAUX | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| c. Caractérisation des propriétés mécaniques | | | | | | | |
| | i. Expliquer le choix d'un matériau en fonction de ses propriétés (ex. : <i>la malléabilité de l'aluminium permet d'en faire des contenants minces</i>) | | | | * | | |
| E. FABRICATION | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| a. Cahier des charges | | | | | | | |
| | i. Définir le cahier des charges comme étant l'ensemble des contraintes liées à la conception d'un objet technique | → | * | | | | |
| | ii. Évaluer un prototype ou un objet technique en fonction des milieux décrits dans le cahier des charges (<i>humain, technique, industriel, économique, physique et environnemental</i>) | → | * | | | | |
| b. Gamme de fabrication | | | | | | | |
| | i. Définir la gamme de fabrication comme étant l'ensemble des étapes à suivre pour usiner les pièces qui composent un objet technique | → | * | | | | |
| | ii. Suivre une gamme de fabrication et d'assemblage pour fabriquer un objet ou une partie d'un objet comportant peu de pièces | → | * | | | | |



| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | ST 1 ^{er} cycle | | ST-ATS 2 ^e cycle | | SE-STE 2 ^e cycle | |
|----------------|---|-----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|--|
| | | * | | | | | |
| | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| A. TECHNOLOGIE | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| 1. | Langage graphique | ST | | ST | | STE | |
| | a. Techniques de dessin | | | | | | |
| | i. Choisir la vue la plus explicite d'un objet technique pour représenter la vue de face (<i>élévation</i>) sur un dessin | → | * | | | | |
| | ii. Représenter les arêtes vues par une ligne pleine | → | * | | | | |
| | iii. Représenter les arêtes cachées par une ligne pointillée | → | * | | | | |
| | iv. Indiquer les dimensions hors tout d'un objet sur un dessin | → | * | | | | |
| | b. Techniques de lecture de plans | | | | | | |
| | i. Associer les vues représentées aux faces d'un objet technique | → | * | | | | |
| | ii. Associer les lignes représentées aux arêtes d'un objet technique | → | * | | | | |
| | c. Techniques de schématisation | | | | | | |
| | i. Choisir la vue la plus explicite de l'objet technique à décrire | → | → | → | * | | |
| | ii. Utiliser des couleurs différentes pour représenter chacune des pièces d'un objet technique | → | * | | | | |
| | iii. Inscrire toutes les informations nécessaires pour expliquer le fonctionnement ou la construction d'un objet | → | → | → | * | | |
| | d. Techniques d'utilisation d'échelles | | | | | | |
| | i. Associer la vraie mesure à chacune des cotes d'un dessin | → | * | | | | |
| | ii. Réduire ou multiplier les dimensions d'un objet technique en considérant l'échelle | → | * | | | | |
| | e. Techniques d'utilisation d'instruments de dessin | | | | | | |
| | i. Utiliser des instruments de dessin (ex. : <i>règle, équerre</i>) pour réaliser des schémas | → | * | | | | |
| 2. | Fabrication | ST | | ST | | STE | |
| | a. Techniques d'utilisation sécuritaire des machines et des outils | | | | | | |
| | i. Utiliser des outils de façon sécuritaire (ex. : <i>couteau à lame rétractable, marteau, tournevis, pinces</i>) | → | * | | | | |
| | ii. Utiliser des machines-outils de façon sécuritaire (ex. : <i>scie à ruban, perceuse, ponceuse</i>) | | | → | * | | |
| | b. Techniques de mesurage et traçage | | | | | | |
| | i. Repérer l'unité de mesure sur l'instrument | → | * | | | | |
| | ii. Positionner l'instrument de mesure de façon à avoir des points de référence fiables | → | * | | | | |

TECHNIQUES (suite)

| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | ST 1 ^{er} cycle | ST-ATS 2 ^e cycle | SE-STE 2 ^e cycle |
|---|---|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | |
| | iii. Adopter une bonne position lors de la lecture d'un instrument | → | * | |
| | iv. Marquer les matériaux à façonner à l'aide d'un crayon ou d'un pointeau | → | * | |
| c. Techniques d'usinage et formage | | | | |
| | i. Choisir les matériaux, les outils, les techniques et les procédés appropriés | → | * | |
| | ii. Tracer les lignes de référence requises | → | * | |
| | iii. Fixer la pièce à façonner | → | * | |
| | iv. Façonner la pièce en respectant les étapes des procédés d'usinage suivants : sciage, perçage, ponçage, limage | → | * | |
| | v. Façonner la pièce en respectant les étapes des procédés d'usinage suivants : dénudage, épissure, soudure à l'étain | | | → * |
| d. Techniques de finition | | | | |
| | i. Poncer les faces ou ébavurer les arêtes de chaque pièce après le façonnage | → | * | |
| | ii. Utiliser le fini approprié (<i>teinture, peinture</i>) | → | * | |
| | iii. Meuler, polir, marteler ou ciseler les pièces métalliques | | | → * |
| e. Techniques d'assemblage | | | | |
| | i. Marquer les repères (<i>trous, points ou lignes guides</i>) | → | * | |
| | ii. Fixer les pièces collées durant la prise | → | * | |
| | iii. Percer selon le diamètre des vis, des clous ou des rivets utilisés | → | * | |
| | iv. Fraisurer l'ouverture des trous de vis à tête plate | → | * | |
| f. Techniques de montage et démontage | | | | |
| | i. Identifier et rassembler les pièces et la quincaillerie | → | * | |
| | ii. Choisir les outils adéquats | → | * | |
| | iii. Pour le démontage, numéroter et noter l'emplacement des pièces | → | * | |
| g. Techniques de vérification et contrôle | | | | |
| | i. Évaluer les dimensions d'une pièce à l'aide d'une règle en cours de fabrication et après la fabrication | | | → * |
| | ii. Comparer les dimensions réelles d'une pièce aux spécifications (<i>ébauche, plan, dossier technique, etc.</i>) | | | → * |
| | iii. Utiliser un gabarit pour vérifier la conformité d'une pièce | | | → * |
| | iv. Évaluer les dimensions d'une pièce à l'aide d'un pied à coulisse en cours de fabrication et après la fabrication | | | * → |

TECHNIQUES (suite)

| | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | ST 1 ^{er} cycle | ST-ATS 2 ^e cycle | SE-STE 2 ^e cycle | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | |
| h. Techniques de fabrication d'une pièce | | | | | |
| | i. Procéder à la fabrication d'une pièce en appliquant les techniques appropriées | | | → | * |
| C. TECHNIQUES COMMUNES À LA SCIENCE ET À LA TECHNOLOGIE | | 1^{ère} | 2^e | 3^e | 4^e |
| a. Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure | | | | | |
| | i. Effectuer plusieurs fois la même mesure pour vérifier la fidélité de l'instrument utilisé | | | | * |
| | ii. Effectuer les opérations requises pour s'assurer de la justesse d'un instrument de mesure (ex. : nettoyer et calibrer une balance, sécher un cylindre gradué, rincer et calibrer un pH-mètre) | | | | * |
| | iii. Choisir un instrument de mesure en tenant compte de la sensibilité de l'instrument (ex. : utiliser un cylindre gradué de 25 mL plutôt qu'un cylindre gradué de 100 mL pour mesurer un volume de 18 mL d'eau) | | | | * |
| b. Interprétation des résultats de la mesure | | | | | |
| | i. Déterminer l'erreur attribuable à un instrument de mesure (ex. : l'erreur sur la mesure effectuée à l'aide d'un cylindre gradué est fournie par le fabricant ou correspond à la moitié de la plus petite graduation) | | | | * |
| | ii. Estimer les erreurs associées à l'utilisateur et à l'environnement lors d'une mesure | | | | * |
| | iii. Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs qui tient compte des erreurs sur la mesure (ex. : une mesure de 10,35 cm effectuée avec une règle graduée au millimètre devrait s'exprimer 10,4 cm ou 104 mm) | | | | * |

| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | PRIMAIRE | ST 1 ^{er} cycle | | ST-ATS 2 ^e cycle | | SE-STE 2 ^e cycle | |
|---------------------------------|--|----------|-----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|--|
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | | |
| P | La lettre P indique que l'élève a abordé cette stratégie au primaire. | | | | | | | |
| A. STRATÉGIES D'EXPLORATION | | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| 2. | Discerner les éléments pertinents à la résolution du problème | P | | | | | | |
| 3. | Évoquer des problèmes similaires déjà résolus | P | | | | | | |
| 4. | Prendre conscience de ses représentations préalables | P | | | | | | |
| 5. | Schématiser ou illustrer le problème | P | | | | | | |
| 6. | Formuler des questions | P | | | | | | |
| 7. | Émettre des hypothèses (ex. : <i>seul, en équipe, en groupe</i>) | P | | | | | | |
| 8. | Explorer diverses avenues de solution | P | | | | | | |
| 9. | Anticiper les résultats de sa démarche | P | | | | | | |
| 10. | Imaginer des solutions à un problème à partir de ses explications | P | | | | | | |
| 11. | Prendre en considération les contraintes en jeu dans la résolution d'un problème ou la réalisation d'un objet (ex. : <i>cahier des charges, ressources disponibles, temps alloué</i>) | P | | | | | | |
| 12. | Réfléchir sur ses erreurs afin d'en identifier la source | P | | | | | | |
| 13. | Faire appel à divers modes de raisonnement (ex. : <i>induire, déduire, inférer, comparer, classer</i>) | P | | | | | | |
| 14. | Recourir à des démarches empiriques (ex. : <i>tâtonnement, analyse, exploration à l'aide des sens</i>) | P | | | | | | |
| 15. | Vérifier la cohérence de sa démarche et effectuer les ajustements nécessaires | | → | * | | | | |
| 16. | Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles éventuellement utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances | | | | → | * | | |
| 17. | Généraliser à partir de plusieurs cas particuliers structurellement semblables | | | | → | * | | |
| 18. | Élaborer divers scénarios possibles | | | | → | * | | |
| 19. | Envisager divers points de vue liés aux problématiques scientifiques ou technologiques | | | | → | * | | |
| B. STRATÉGIES D'INSTRUMENTATION | | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e | |
| 3. | Recourir au dessin pour illustrer une solution (ex. : <i>schéma, croquis, dessin technique</i>) | P | | | | | | |
| 4. | Recourir à des outils de consignation (ex. : <i>schéma, notes, graphique, protocole, journal de bord</i>) | P | | | | | | |
| 5. | Recourir à des techniques ou des outils d'observation variés | P | | | | | | |
| 6. | Sélectionner des techniques ou des outils d'observation | | → | * | | | | |

STRATÉGIES (suite)

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|----------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|
| → | L'élève apprend à le faire avec l'intervention de l'enseignante ou de l'enseignant. | PRIMAIRE | ST 1 ^{er} cycle | ST-ATS 2 ^e cycle | SE-STE 2 ^e cycle | | |
| * | L'élève le fait par lui-même à la fin de l'année scolaire. | | | | | | |
| | L'élève réutilise cette compétence. | | | | | | |
| P | La lettre P indique que l'élève a abordé cette stratégie au primaire. | | | | | | |
| C. STRATÉGIES D'ANALYSE | | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e |
| 1. | Déterminer les contraintes et les éléments importants pour la résolution d'un problème | | → | * | | | |
| 2. | Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples | | → | * | | | |
| 3. | Faire appel à divers modes de raisonnement pour traiter les informations (ex. : <i>inférer, induire, déduire, comparer, classier, sérier</i>) | | → | * | | | |
| 4. | Raisonnement par analogie pour traiter des informations à l'aide de ses connaissances scientifiques et technologiques | | | | → | * | |
| 5. | Sélectionner des critères qui permettent de se positionner au regard d'une problématique scientifique ou technologique | | | | → | * | |
| D. STRATÉGIES DE COMMUNICATION | | | 1 ^{ère} | 2 ^e | 3 ^e | 4 ^e | 4 ^e |
| 1. | Recourir à des modes de communication variés pour proposer des explications ou des solutions (ex. : <i>exposé, texte, protocole</i>) | P | | | | | |
| 2. | Organiser les données en vue de les présenter (ex. : <i>tableau, diagramme, graphique</i>) | P | | | | | |
| 3. | Échanger des informations | P | | | | | |
| 4. | Confronter différentes explications ou solutions possibles à un problème pour en évaluer la pertinence (ex. : <i>séance plénière</i>) | P | | | | | |
| 5. | Recourir à des outils permettant de représenter des données sous forme de tableaux et de graphiques ou de tracer des diagrammes | | → | * | | | |



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 6 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 défi 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 prototype ou en produire d'autres (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](https://www.technoscience.ca).

Consultez [l'organisme de votre région](#) pour obtenir plus d'information sur les modalités de participation à une finale régionale.



| DÉMARCHE DE LA CONCEPTION TECHNOLOGIQUE | GRANDES ÉTAPES (temps suggéré) | JOURNAL DE BORD DES ÉLÈVES* Cours 5 et 6 | PLANIFICATION GÉNÉRALE SUGGÉRÉE |
|---|--|--|---------------------------------|
| Cerner le problème | Présentation de la SAÉ (45 min) | Lecture du cahier des règlements | Cours 1 |
| | | Présentation du journal de bord et du projet en général | |
| Analyse des besoins et des contraintes (15 min) | Fiche 1* - Je comprends le problème ainsi que les besoins et contraintes qui y sont liés | | |
| Élaborer un plan d'action | Remue-méninges pour trouver des solutions au défi (30 min) | Fiche 2 - Je cherche des solutions | |
| | | Fiche 3 - J'analyse mes solutions | Cours 2 |
| | | Fiche 4* - Je détermine les ressources nécessaires | |
| Analyse et choix des solutions (75 min) | Fabrication du prototype (90 min) | Fiche 5 - Je planifie les étapes de la mise en œuvre de mon plan d'action | |
| | | Fiche 6 - Je fais un schéma de principe de mon prototype | Cours 3 |
| Conception du prototype (75 min) | Fiche 7 - Je fais un schéma de construction de mon prototype | | |
| Concrétiser un plan d'action | Fabrication du prototype (90 min) | Fiche 8 - Je précise les mesures de sécurité pertinentes à respecter | Cours 4 et 5 |
| | | Fiche 9 - Je procède aux essais et j'ajuste mon scénario de conception | |
| Analyser la situation | Retour sur la démarche (75 min) | Fiche 10 - J'effectue un retour sur les résultats des essais et sur le projet en général | Cours 6 |
| | | Fiche 11 - Production du rapport écrit | |

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

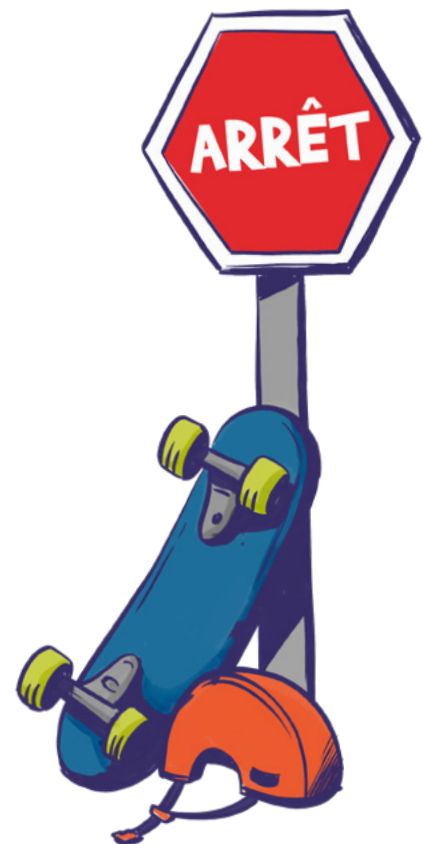
Des réglottes sont également présentes à la fin de chacune des fiches dans le journal de bord. Elles permettent à l'élève de garder les traces de son évaluation. Pour avoir le détail de cette évaluation et des critères observés, l'enseignant ou l'enseignante peut remettre la grille descriptive complète aux élèves. On y retrouve le volet pratique (CD 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.



GRILLE DESCRIPTIVE D'ÉVALUATION DES COMPÉTENCES

1^{er} et 2^e cycles du secondaire

| CRITÈRES | A – MAÎTRISE MARQUÉE (5 PTS) | B – MAÎTRISE ASSURÉE (4 PTS) | C – MAÎTRISE ACCEPTABLE (3 PTS) | D – MAÎTRISE PEU DÉVELOPPÉE (2 PTS) | E – MAÎTRISE INSUFFISANTE (1 PT) |
|--|---|--|---|---|--|
| <p>1. Représentation adéquate de la situation (fiches 1, 2 et 3) X 5 (coefficient de pondération)</p> | <p>Reformule le problème et en démontre une compréhension. Énumère et comprend tous les besoins et les contraintes pertinents liés au défi. Nomme des besoins et des contraintes supplémentaires. Propose plusieurs pistes de solutions valides et en fait une analyse pertinente et justifiée.</p> | <p>Reformule le problème et le comprend. Énumère et comprend les besoins et contraintes pertinents liés au défi. Propose quelques pistes de solutions valides et en fait une analyse pertinente.</p> | <p>Reformule le problème. Énumère les besoins et contraintes liés au défi. Propose des pistes de solutions et en fait l'analyse.</p> | <p>Éprouve des difficultés à reformuler le problème. Énumère certains besoins ou contraintes mais qui ne sont pas nécessairement pertinents au défi. Propose des pistes de solutions non-valides et l'analyse est erronée ou absente.</p> | <p>Ne comprend pas le problème. N'arrive pas à cerner les besoins et contraintes du défi. Ne formule pas de piste de solution.</p> |
| <p>2. Élaboration d'une démarche pertinente (fiches 4 et 5) X 5 (coefficient de pondération)</p> | <p>Planifie l'ensemble des étapes de la démarche. Justifie l'ensemble de ses choix de ressources (matériel, équipement, outil, etc.) et anticipe certaines difficultés.</p> | <p>Planifie la majorité des étapes de la démarche. Justifie la plupart de ses choix de ressources (matériel, équipement, outil, etc.).</p> | <p>Planifie plusieurs des étapes de la démarche. Justifie quelques-uns de ses choix de ressources (matériel, équipement, outil, etc.) sans les justifier.</p> | <p>Planifie peu des étapes de la démarche. Propose quelques choix de ressources (matériel, équipement, outil, etc.) sans les justifier.</p> | <p>Ne planifie pas les étapes de la démarche. Ne propose pas de choix de ressources (matériel, équipement, outil, etc.).</p> |
| <p>3. Mise en œuvre adéquate du plan d'action (fiches 6 à 9) X 4 (coefficient de pondération)</p> | <p>Travaille de façon sécuritaire. Tient un journal détaillé et rigoureux du déroulement de sa démarche et des ajustements apportés au besoin. Utilise toujours des modes de représentation appropriés.</p> | <p>Travaille de façon sécuritaire. Note et justifie les principaux ajustements à sa démarche au besoin. Utilise très souvent des modes de représentation appropriés.</p> | <p>Travaille de façon sécuritaire. Apporte des ajustements à sa démarche au besoin, mais n'en rend pas nécessairement compte et ne les justifie donc pas. Certains modes de représentation sont appropriés.</p> | <p>Ne travaille pas de façon sécuritaire. Apporte néanmoins des ajustements à sa démarche au besoin et en rend compte ou non. Certains modes de représentation sont appropriés mais incomplets.</p> | <p>Ne travaille pas toujours de façon sécuritaire ET persiste dans l'erreur même si sa démarche est clairement inefficace. N'utilise pas des modes de représentation appropriés.</p> |
| <p>4. Élaboration d'explications, de solutions ou de conclusions pertinentes (fiche 10) X 6 (coefficient de pondération)</p> | <p>Analyse et justifie les performances du prototype à la lumière des besoins et contraintes du cahier des charges. Propose de bonnes améliorations et de nouvelles solutions qui tiennent compte de l'analyse du prototype.</p> | <p>Analyse les performances du prototype à la lumière des besoins et contraintes du cahier des charges. Propose des améliorations et de nouvelles solutions.</p> | <p>Analyse les performances du prototype mais pas nécessairement en lien avec les besoins et contraintes du cahier des charges. Propose quelques améliorations.</p> | <p>Analyse difficilement les performances du prototype et lorsqu'il le fait, n'est pas en lien avec les besoins et contraintes du cahier des charges. Ne propose pas d'améliorations.</p> | <p>N'analyse pas les performances du prototype. Ne propose pas d'améliorations.</p> |

Cette grille descriptive se décline en quatre critères. Pour chaque critère, un coefficient pondéré est associé. La pondération a fait l'objet d'un choix éditorial de l'auteur et peut donc être modifiée en fonction des besoins. Ensuite, il suffit seulement de multiplier le nombre de points correspondants au niveau de maîtrise de la compétence (A à E) par le coefficient et de les additionner pour obtenir une note chiffrée en pourcentage. Un niveau A pour tous les critères correspondrait à 100%, un niveau B à 80%, un niveau C à 60%, etc. Un outil de compilation des résultats pour calculer la note finale se trouve ci-dessous.

ANNEXE - ACTIVITÉS COMPLÉMENTAIRES



JE COMPRENDS LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE DÉFI

CADRE THÉORIQUE

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 rayonnements électromagnétiques et gravitationnels);
- l'énergie thermique (associée à de la chaleur);
- l'énergie mécanique (associée à un mouvement et à sa position).

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.

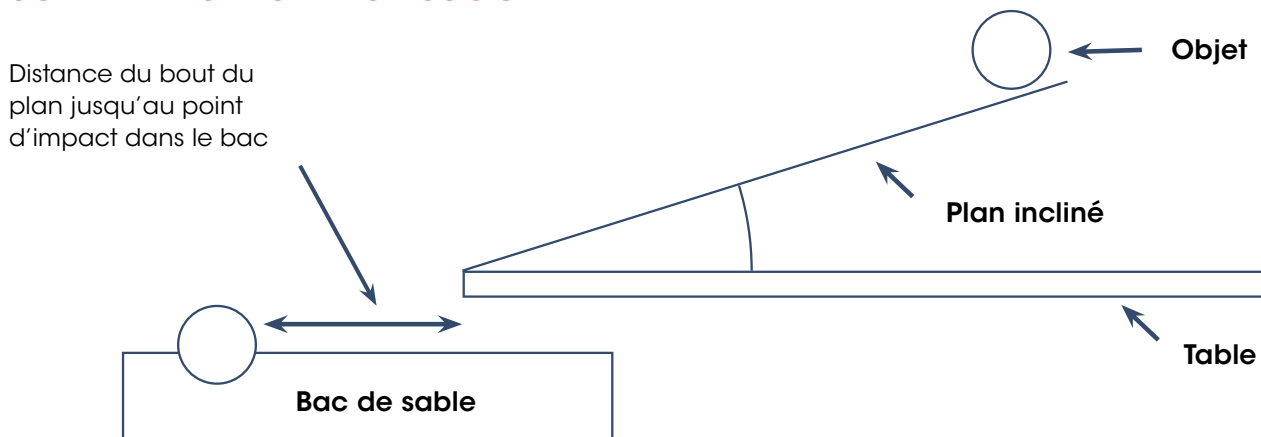
COMMENT LE VÉRIFIER

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.
- Un bac contenant de 5 à 10 centimètres de sable humide (mais pas détrempé).
- 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.

SCHÉMA DU MONTAGE SUGGÉRÉ



COMPRENDRE L'EFFET DE LA MASSE

PROTOCOLE

1. Mesurer la masse du premier objet. Noter la masse dans le tableau.
2. Placer l'objet en haut du plan incliné.
3. Laisser rouler l'objet jusqu'au bout de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable.
4. Mesurer la profondeur du cratère formé par l'objet dans le sable. Noter cette donnée dans le tableau.
5. Mesurer la distance horizontale du bout du plan jusqu'au début du cratère. Noter cette donnée dans le tableau.
6. Recommencer les étapes 1 à 5 avec le deuxième objet.

TABLEAU 1 : PROFONDEUR DU CRATÈRE ET DISTANCE PARCOURUE PAR L'OBJET EN FONCTION DE SA MASSE

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

ANALYSE

1. Lequel des deux objets a transféré le plus d'énergie au bac de sable? Justifie ta réponse à partir des résultats.

JE COMPRENDS LES TRANSFORMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE DÉFI

COMPRENDRE L'EFFET DE LA HAUTEUR

PROTOCOLE

1. Ajuster l'angle formé par le plan incliné et la table de manière à ce qu'il soit entre 45° et 75°. Noter l'angle dans le tableau.
2. Mesurer la hauteur entre l'extrémité la plus élevée du plan et la table. Noter la hauteur dans le tableau.
3. Placer l'objet en haut du plan incliné.
4. Laisser rouler l'objet jusqu'en bas de manière à ce qu'il tombe dans le bac de sable.
5. Mesurer la profondeur du cratère formé par l'objet dans le sable. Noter cette donnée dans le tableau.
6. Mesurer la distance horizontale entre le bout du plan et le début du cratère. Noter cette donnée dans le tableau.
7. Recommencer les étapes 1 à 6 avec un angle entre 10° et 30°.

TABLEAU 2 : PROFONDEUR DU CRATÈRE ET DISTANCE PARCOURUE PAR L'OBJET EN FONCTION DE SA HAUTEUR DE DÉPART

| Angle (en °) | Hauteur du plan (en cm) | Profondeur du cratère formé (en cm) | Distance horizontale (en cm) |
|--------------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| | | | |
| | | | |

ANALYSE

1. Lequel des deux objets a transféré le plus d'énergie au bac de sable? Justifie ta réponse à partir des résultats.

2. À la lumière de tes démarches, quelle variable influence l'énergie de l'objet? Pourquoi?

Depuis le début des manipulations, il est question d'énergie transformée par l'objet dans sa descente du plan incliné. D'où provient cette énergie?

La loi de la conservation de l'énergie stipule que l'énergie ne peut être créée ni détruite, elle se transforme! De plus, dans un système isolé, la matière et l'énergie sont conservées. Lorsqu'il est sur le plan incliné, l'objet forme un système que nous allons considérer être isolé et qui conserve donc son énergie totale. Cette énergie se présentera sous différente forme selon la position de l'objet sur le plan incliné.

En haut du plan, l'objet a 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, selon notre système de référence, 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 chaque seconde de sa chute. C'est pourquoi on peut dire qu'il a transformé son énergie potentielle en énergie cinétique tout au long de sa descente le long du plan incliné.

CONCLUSION

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

JE COMPRENDS L'ACTION DES FORCES DANS LE DÉFI

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 les forces qui 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.
- Un objet pouvant rouler sur le plan incliné et sur le sol.

PROTOCOLE

1. Placer l'objet en haut du plan incliné.
2. Laisser rouler jusqu'en bas de manière à ce qu'il poursuive sa trajectoire horizontale le plus loin possible.
3. Repérer les changements dans le mouvement de l'objet lorsqu'il est en mouvement en haut du plan incliné (*accélération, décélération ou vitesse constante*). Noter le résultat dans le tableau.
4. Refaire l'étape 3. Noter le deuxième résultat dans le tableau.
5. Recommencer les étapes 1 à 4 en observant l'objet lorsqu'il est en mouvement au bas du plan incliné.
6. Recommencer les étapes 1 à 4 en observant l'objet lorsqu'il est en mouvement sur la partie plane.

TABLEAU 1 : OBSERVATIONS QUALITATIVES DE L'ACCÉLÉRATION DE L'OBJET EN FONCTION DE L'ENDROIT OÙ IL SE TROUVE

| | Premier essai | Deuxième essai |
|---|---------------|----------------|
| 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

1. À partir des observations faites sur l'état de mouvement de l'objet, combien de forces non négligeables agissent sur celui-ci durant sa trajectoire? Essaie de les nommer.
2. Pose ton objet sur le sol, à plat. Tu sais que la force gravitationnelle agit sur lui, mais, il ne bouge pas. C'est que le sol exerce une force égale et opposée (*appelée la force normale*). Si cette force n'existait pas, l'objet serait attiré vers le centre de la Terre et défoncerait le sol jusqu'à l'atteindre! 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?



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, selon notre système de référence. 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.
- Gomme.
- Une règle.

PROTOCOLE

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 gomme le matériau sur la surface circulaire de la masse de laboratoire et dépose la masse sur sa nouvelle surface en haut du plan. Mesure la distance parcourue par la masse.
4. Recommence avec chaque matériau.

TABLEAU 1 : DISTANCE PARCOURUE PAR LA MASSE SUR LE PLAN INCLINÉ EN FONCTION DU MATÉRIAU COLLÉ SOUS CE DERNIER

| Matériau collé sur la masse | Distance parcourue par la masse (en cm) |
|-----------------------------|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

ANALYSE

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?

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 pardessus ton guidon. Ce serait assez révélateur, mais ça augmente le risque de blessures et ce n'est pas le but de l'exercice.

N'oublie pas de porter un casque!



FICHE 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) ;
- sa position (h).

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

L'accélération gravitationnelle est relativement constante, soit **9,81 m/s²**. 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. Si on néglige le frottement de l'air, sa vitesse augmente donc de 9,81 m/s chaque seconde.

La position de l'objet équivaut à la hauteur de sa chute potentielle, selon notre système de référence. 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 isolé 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.

1. En supposant que ton prototype ait la masse minimale permise, soit 0,5 kg, calcule son énergie potentielle gravitationnelle lorsqu'il est situé en haut sur le plan incliné lors de la première manche. Comme inscrit dans le cahier des charge, le plan incliné aura un angle de 15° et une longueur de 240 cm.

2. Immobilisé en haut sur le plan incliné, le prototype a-t-il de l'énergie cinétique? Pourquoi?
3. En descendant sur le plan incliné, le prototype gagne de la vitesse, accéléré grâce à la force gravitationnelle. Arrivé au bas du plan incliné (*plan horizontal*), le prototype n'a plus d'énergie potentielle (*la hauteur étant égale à zéro, selon notre système de référence*). Pourtant, la loi de la conservation de l'énergie nous indique que toute l'énergie est conservée. En l'absence de frottement ou de freinage, l'énergie du prototype sur le plan horizontal est entièrement sous forme cinétique. À quelle vitesse le prototype arrivera-t-il au bas du plan incliné?
4. L'énergie du prototype 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 $W = F_{eff} * \Delta s$.

Au bas du plan incliné, le prototype aura parcouru 2,4 mètres. Si toute l'énergie du système a servi au travail du prototype se déplaçant vers le bas du plan, quelle est la force exercée sur le prototype (*en newtons*)?
5. Sachant que la force exercée sur le prototype est la force gravitationnelle et que celle-ci correspond au produit de la masse du prototype et de l'accélération gravitationnelle ($F_g = m * g$), calcule la force gravitationnelle exercée sur le prototype.

FICHE D (SUITE)

6. Pourquoi la force exercée sur le prototype (*telle que calculée à partir du travail effectué dans la question 4*) est-elle différente de la force gravitationnelle exercée sur celui-ci (*telle que calculée dans la question 5*)? Tente quelques hypothèses.
7. La force de frottement 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 $W = F_{\text{eff}} * \Delta s$*)?
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 DÉFI

À l'intention des élèves inscrits à l'option de physique de 5^e 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 :

$$\vec{F} = m * \vec{a}$$

où \vec{F} est la force (en N), m la masse (en kg) et \vec{a} est l'accélération (en m/s^2).

\vec{F} et \vec{a} sont des vecteurs.

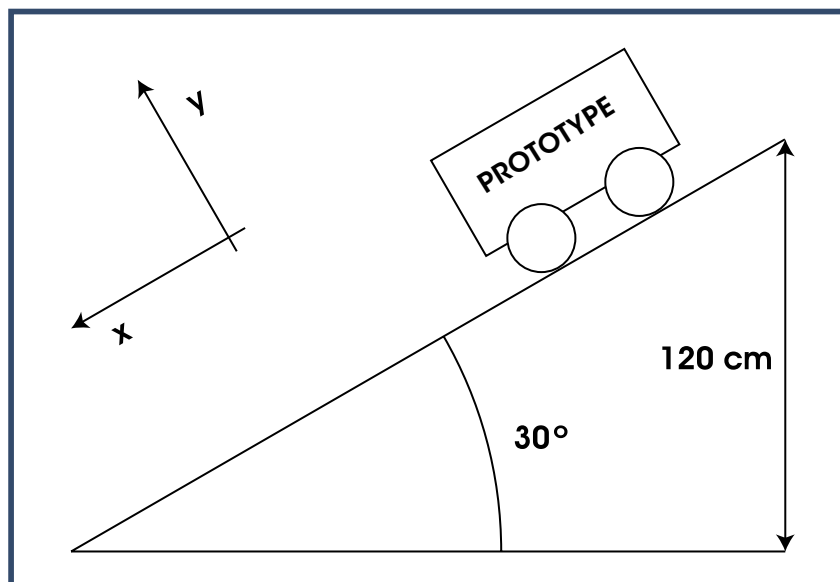
$$\|\vec{F}_f\| = \mu * \|\vec{F}_N\|$$

où \vec{F}_f est la force de frottement (en N), μ est un coefficient de frottement et \vec{F}_N est la force normale (en N). Les deux forces sont des vecteurs.

$$E_p = m * g * h$$

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).

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



3. Calcule la grandeur de la force gravitationnelle et de la force normale s'exerçant sur le prototype. Suppose que le prototype a la masse minimale permise dans le cahier des charges, soit de 500g.
4. Calcule à présent la force résultante (*orientée selon le système de référence du schéma*) en supposant que la force de frottement entre les roues et le plan est nulle.
5. Calcule le travail effectué par le prototype 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 prototype en haut du plan incliné?

7. Quelle devrait être la vitesse du véhicule au bas du plan incliné, en négligeant le frottement, pour respecter la loi de la conservation de l'énergie?

8. Le coefficient de frottement est généralement déterminé expérimentalement. Plusieurs références fournissent des coefficients de frottement entre deux matériaux communs. Le mieux reste encore de déterminer son propre coefficient de frottement à l'aide d'un dynamomètre. Pour les besoins de l'exercice, supposons comme exacte la valeur suivante d'un coefficient de frottement entre le caoutchouc et le bois : $\mu_f = 0,5$. Calcule la force de frottement sur la partie plane de l'aire de compétition.

9. Nous allons considérer que toute l'énergie cinétique du prototype au bas du plan incliné est conservée et transformée en travail. Compte-tenu de la force de frottement, sur quelle distance le prototype 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?