

## Plan de leçon

Évaluation	rubriques
Interdisciplinaire	

### Attentes

- démontrer qualitativement et quantitativement sa compréhension des forces, des lois de Newton, du frottement statique, du frottement cinétique, du travail, des machines simples, du couple et de l'avantage mécanique.
- analyser, en appliquant la méthode scientifique, l'influence des forces sur le mouvement et le fonctionnement des machines simples.
- analyser des impacts sociaux, économiques et environnementaux de dispositifs technologiques reposant sur les principes des machines simples.

### Objectifs d'apprentissage

- Je peux définir ce qu'est le frottement et expliquer ses causes.
- Je peux définir ce que sont la force normale, le frottement statique, le frottement cinétique et le coefficient de frottement.
- Je peux décrire les facteurs qui affectent le frottement statique et cinétique.

### Contenus d'apprentissage

A1.5 effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique.

B2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : loi de Newton, force, travail, force de frottement, coefficient de frottement, levier, machine simple, plan incliné, poulie, vis, treuil, roue, essieu, coin, bras de force, bras de charge, loi des leviers, couple, machine composée, avantage mécanique, système biomécanique.

B2.2 déterminer, à partir d'expériences, les facteurs qui influent sur le frottement statique et le frottement cinétique.

### Description:

Dans cette leçon, les élèves vont réaliser une expérience consistant à déplacer une boîte sur un plan horizontal et sur une rampe et vont découvrir les facteurs qui affectent le frottement statique et cinétique. Ce travail pratique devrait avoir lieu après que les élèves aient appris les lois de Newton et découvert les diagrammes de corps libre en équilibre. **Cette leçon est destinée au niveau précollegial.**

## Matériaux

Vidéo « Comment allumer un feu par frottement en moins d'une minute avec une perceuse manuelle »

Série de questions sur le frottement (élève et enseignant)

Coefficient de frottement statique (élève et enseignant)

Feuille de données sur le coefficient de frottement statique (élève)

### Coefficient de frottement statique – Travail pratique

#### Matériaux à la disposition du groupe

1 m de ligne de pêche  
Petites boîtes en carton de différentes tailles (c.-à-d. 10 cm x 10 cm x 10 cm ou 12 cm x 12 cm x 12 cm)  
Rampe de 1,2 m  
Chronomètre  
Masses de différentes tailles

Petit panier en osier ou en plastique avec une poignée

Bureau ou table

Balance de pesée

Ruban adhésif

#### Matériaux supplémentaires :

Papier ciré

Plusieurs feuilles de papier de verre au grain différent

Feutre (tissu)

Papier d'aluminium

Différents types de carton

Poudre de talc

Eau

Huile

Fiche de suivi (élève et enseignant)

#### Notes de sécurité

Pas de problème de sécurité particulier avec cette leçon.

## Introduction

En apprenant à dessiner des diagrammes de corps libre en équilibre, les élèves ont découvert ce qu'était la « force de frottement », laquelle s'oppose généralement à la force appliquée qui s'exerce sur un objet. En réalité, le frottement n'est pas une force fondamentale comme la gravité, la force électromagnétique, l'interaction forte ou l'interaction faible, mais plutôt le résultat des forces qui s'exercent entre les caractéristiques de surface de deux surfaces, comme la rugosité ou l'adhérence. Le **frottement** est une « force » qui s'oppose à **tout** déplacement relatif de deux surfaces en contact. **Le frottement statique**, c'est-à-dire la force qui empêche de déplacer un objet (comme l'annuaire dans l'exemple précédent, par exemple), est supérieur au **frottement cinétique**, c'est-à-dire la force qui s'oppose au mouvement d'un objet en déplacement.

Cette force opposée peut être un « frottement solide » entre des surfaces solides latérales, un « frottement fluide » entre des surfaces fluides (c.-à-d. la viscosité), un « frottement superficiel » entre un corps et un fluide (comme dans le cas d'une « traînée »), voire même un « frottement interne » lorsque les forces entre les éléments qui composent des objets en train d'être déformés (étirés ou écrasés) résistent au mouvement. Le frottement entraîne la *transformation d'une énergie cinétique en une énergie thermique*, c'est-à-dire en chaleur.

Ce frottement peut être utile – par exemple si vous vous perdez dans les bois :

Comment allumer un feu par frottement en moins d'une minute avec une perceuse manuelle

<https://www.youtube.com/watch?v=ALMG6TM33zsZardz>

Le frottement est également requis pour pouvoir marcher (ce qui est impossible sur une surface sans friction), écrire (le résultat du frottement de la pointe du stylo sur le papier et de la saisie du stylo avec la main) ou parvenir à un arrêt complet en vélo (le résultat du frottement des patins de freinage sur les roues).

Le frottement peut néanmoins entraîner l'usure de systèmes mécaniques, nécessiter une inspection régulière et le remplacement de pièces (comme les patins de frein ou les engrenages), voire entraîner une catastrophe, comme l'explosion de la navette spatiale Columbia en 2003 lorsque le frottement de l'atmosphère contre la navette a entraîné son embrasement lors de sa rentrée dans l'atmosphère.

En effectuant des recherches sur Internet, les élèves remplissent la fiche : « Série de questions sur le frottement » (consulter le lien).

---

### **Action**

Coefficient de frottement statique – Travail pratique (consulter le lien).

Dans le cadre de ce travail pratique, les élèves vont étudier divers facteurs pouvant affecter le coefficient de frottement statique : superficie, masse et matériau composant la surface.

Les élèves élaborent une expérience consistant à explorer les facteurs affectant le coefficient de frottement statique : superficie, masse et matériau composant la surface. Il existe deux méthodes possibles (voire plus) pour réaliser cette expérience. Dans la première, une boîte est tirée sur une surface horizontale grâce à la force de gravité qui s'exerce sur le panier auquel elle est attachée. Dans la seconde, on pose une boîte au sommet d'une rampe et on lève celle-ci petit à petit jusqu'à ce que la boîte commence à bouger.

Il convient d'encourager les élèves, regroupés en trinômes, à trouver une autre méthode plus novatrice pour déterminer le coefficient de frottement.

### **Matériaux à la disposition du groupe**

- 1 m de ligne de pêche
- Petites boîtes en carton de différentes tailles (c.-à-d. 10 cm x 10 cm x 10 cm ou 12 cm x 12 cm x 12 cm)
- Rampe de 1,2 m
- Chronomètre
- Masses de différentes tailles
- Petit panier en osier ou en plastique avec une poignée
- Bureau ou table
- Balance de pesée
- Ruban adhésif

### **Matériaux supplémentaires :**

- Papier ciré
- Plusieurs feuilles de papier de verre au grain différent

- Feutre (tissu)
- Papier d'aluminium
- Différents types de carton
- Poudre de talc
- Eau
- Huile

### **Option A : Instructions relatives à l'utilisation de la boîte et du panier**

1. Notez les masses de la boîte et du panier (en kilogrammes).
2. Attachez la ligne de pêche autour de la boîte et fixez-la à l'aide du ruban adhésif.
3. Une fois en place, fixez la ligne de façon à ce qu'elle ne glisse pas pendant la phase de test.
4. Fixez l'autre extrémité de la ligne à la poignée du panier et suspendez celui-ci au bord d'un bureau/d'une table tout en plaçant la boîte au centre du bureau/de la table.
5. Placez une masse (~500 g) dans la boîte et ajoutez progressivement et doucement d'autres masses, par incréments de 5 à 10 g, jusqu'à ce que la boîte commence à glisser.
6. Notez la masse totale du panier qui a finalement entraîné le glissement de la boîte.

### **Option B : Instructions relatives à l'utilisation de la rampe**

1. Formez une rampe en utilisant des livres ou d'autres objets pour créer une « élévation ». Marquez le point de départ avec du ruban adhésif ou un marqueur.
2. Placez une masse (~500 g) dans la boîte à proximité du sommet de la rampe et levez graduellement l'extrémité de la rampe jusqu'à ce que la boîte commence à glisser. Répétez l'opération deux ou trois fois.
3. Utilisez une règle ou un mètre ruban pour mesurer l'« élévation » et la « course » de la rampe.
4. Notez l'« élévation » et la « course » de la rampe.

### **Analyse**

- A. Dessinez les diagrammes de corps libre en équilibre de la boîte et du panier.
- B. Utilisez la feuille de données sur le coefficient de frottement pour consigner les données, puis calculez le coefficient de frottement pour chaque expérience.
- C. Pourquoi utiliser une ligne de pêche plutôt qu'une ficelle ou un fil pour cette expérience?
- D. Dans quelle mesure le coefficient de frottement est-il affecté par la modification de la masse placée dans la boîte?
- E. Dans quelle mesure le coefficient de frottement est-il affecté par la modification du matériau placé sous la boîte?
- F. Dans quelle mesure le coefficient de frottement est-il affecté par la modification de la taille de la boîte?
- G. Pourquoi ne peut-on pas utiliser les mêmes calculs pour déterminer les coefficients de frottement statique et cinétique?
- H. Énumérez au moins une autre façon de réduire le coefficient de frottement statique.
- I. Énumérez au moins deux sources d'erreur expérimentale pouvant être commises dans le cadre de cette expérience.

Travail pratique adapté de

[https://www.teachengineering.org/view\\_activity.php?url=collection/cub\\_/activities/cub\\_energy/cub\\_energy\\_lesson04\\_activity2.xml](https://www.teachengineering.org/view_activity.php?url=collection/cub_/activities/cub_energy/cub_energy_lesson04_activity2.xml).

---

### **Consolidation/Extension**

Les élèves pourraient découvrir comment les experts en science des matières et les nanotechnologues créent des façons d'accroître l'efficacité des machines et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> en améliorant les lubrifiants utilisés dans les véhicules et les équipements lourds.

### **Fiche de suivi**

Fiche de suivi sur le frottement (consulter le lien)