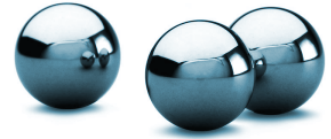




Ça roule !



Présenté par TryEngineering -
www.tryengineering.org

[Cliquez ici pour donner votre avis sur cette leçon.](#)

Objet de la leçon

Cette leçon a pour objet d'étudier le concept du frottement et l'emploi de roulements à billes pour réduire ce frottement.

Sommaire de la leçon

L'activité « Ça roule » explore le concept du frottement et montre comment les roulements à billes réduisent le frottement. Les élèves étudient les différents emplois possibles des roulements à billes, comment leur conception a changé au fil du temps pour faire place aux roulements à rouleaux, comment tester le frottement au moyen de billes de verre et reconnaître les roulements à billes utilisés dans les objets courants.

Niveaux d'âge

8-18 ans.

Objectifs

- ✦ Etudier la notion de frottement.
- ✦ Etudier les roulements à billes.
- ✦ Apprendre comment les ingénieurs ont amélioré les roulements à billes et l'évolution des roulements à rouleaux.
- ✦ Apprendre comment les roulements à rouleaux/billes sont utilisés dans les machines et quel est leur impact sur la vie quotidienne.
- ✦ Apprendre le travail d'équipe et la résolution des problèmes en groupes.

Résultats escomptés à la fin de la leçon

Au terme de cette activité, les élèves devraient acquérir une compréhension des sujets suivants :

- ✦ le frottement
- ✦ les roulements à billes
- ✦ la conception technique
- ✦ la résolution des problèmes
- ✦ le travail d'équipe

Activités de la leçon

Les élèves étudient la notion de frottement et comment les roulements à billes réduisent le frottement et prolongent la durée de vie des machines. Le frottement, les roulements à billes, la conception technique et la résolution des problèmes sont les sujets abordés dans cette leçon. Les élèves travaillent en équipes et utilisent des billes en verre pour simuler des roulements à billes.

Ressources/Matériaux

- ✦ Documents de ressource aux enseignants (en pièces jointes)
- ✦ Fiche de ressource aux élèves (en pièce jointe)
- ✦ Feuilles de travail des élèves (en pièces jointes)

Ça roule !

Développé par l'IEEE dans le cadre de TryEngineering
www.tryengineering.org

Page 1 of 9

Alignement sur les structures des programmes scolaires

Voir la fiche ci-jointe décrivant l'alignement des programmes scolaires.

Liens Internet

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ✦ Timken - Types of Antifriction Bearings (en anglais) (www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp)
- ✦ Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing (en anglais) (www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf)
- ✦ Bearings 101 (en anglais) (www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx)
- ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (en anglais) (www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm)
- ✦ McREL Compendium of Standards and Benchmarks (en anglais) (www.mcrel.org/standards-benchmarks) Une compilation des normes en matière de contenu des programmes scolaires de la maternelle au secondaire, en formats recherche et navigation.
- ✦ *National Science Education Standards* (en anglais) (www.nsta.org/standards)

Lecture recommandée (en anglais)

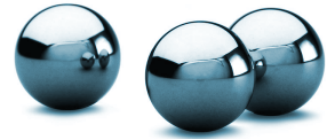
- ✦ « Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing » (ISBN: 0875848877)
- ✦ « Bicycling Science », de David Gordon Wilson (ISBN: 0262731541)
- ✦ « Ball and Roller Bearings: Theory, Design and Application » (ISBN: 0471984523)

Activité d'écriture facultative

- ✦ Rédiger une dissertation ou un paragraphe décrivant trois différentes machines dans lesquelles des roulements à billes ou à rouleaux sont utilisés. En quoi l'utilisation des roulements améliore-t-elle la machine ?

Activité supplémentaire pour les élèves plus âgés

- ✦ Les élèves plus âgés travaillent en équipes pour étudier si d'autres formes de roulements présentent des avantages par rapport aux autres types de roulements à billes ou à rouleaux utilisés actuellement. Pourquoi ou pourquoi pas ?



Pour les enseignants : Alignement sur les structures des programmes scolaires

Remarque : Tous les plans de leçons de cette série sont alignés sur les normes nationales pour l'enseignement des sciences (*National Science Education Standards*), établies par le Conseil national de recherche des Etats-Unis (National Research Council) et approuvées par l'Association nationale des enseignants des sciences des Etats-Unis (National Science Teachers Association), et si applicable, sur les normes internationales d'enseignement de la technologie pour l'alphabétisation technologique (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy).

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la maternelle au primaire (4 à 9 ans)

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ Les propriétés des objets et matériaux
- ✦ La position et le mouvement des objets

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir

- ✦ Des aptitudes de conception technologique

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La science en tant qu'aventure humaine

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la CM2 à la quatrième (10 à 14 ans)

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ Les propriétés et les changements de propriétés de la matière
- ✦ Les mouvements et les forces
- ✦ Le transfert d'énergie

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir

- ✦ Des aptitudes de conception technologique
- ✦ Une compréhension de la science et de la technologie

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La science en tant qu'aventure humaine
- ✦ L'histoire de la science

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la troisième à la terminale (14 à 18 ans)

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension des sujets suivants :

- ✦ Les mouvements et les forces
- ✦ Les interactions entre l'énergie et la matière

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir

- ✦ Des aptitudes de conception technologique
- ✦ Une compréhension de la science et de la technologie

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

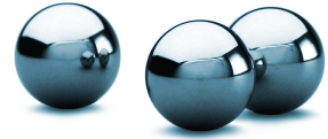
- ✦ La science et la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ Les perspectives historiques

Ça roule !



Pour les enseignants :

Alignement sur les structures des programmes scolaires (suite)

◆ Normes pour l'alphabétisation technologique- Tous âges

Technologie et société

- ✦ Norme 6 : Les élèves acquerront une compréhension du rôle de la société dans le développement et l'utilisation de la technologie.
- ✦ Norme 7 : Les élèves acquerront une compréhension de l'influence de la technologie sur l'histoire.

Conception

- ✦ Norme 8 : Les élèves acquerront une compréhension des attributs de conception.
- ✦ Norme 9 : Les élèves acquerront une compréhension de la conception technique.

Aptitudes pour un monde technologique

- ✦ Norme 13 : Les élèves acquerront des aptitudes d'évaluation de l'impact des produits et systèmes.

Ça roule !



Pour les enseignants : Ressources aux enseignants

◆ But de la leçon

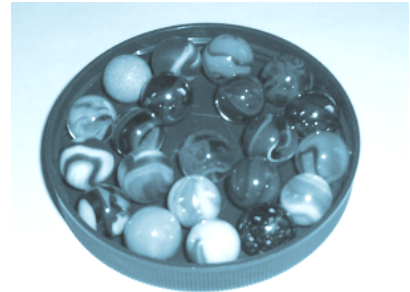
Explorer la notion de frottement en démontrant comment les roulements à billes et à rouleaux fonctionnent pour réduire le frottement dans les machines. Les élèves comparent la réduction du frottement en déplaçant un couvercle sur différentes surfaces lorsque des billes de verre sont en contact avec la surface ; ils étudient les roulements à billes et leur évolution au fil du temps et travaillent en équipes pour étudier la notion de frottement.

◆ Objectifs de la leçon

- ✦ Les élèves étudient la notion de frottement.
- ✦ Les élèves apprennent comment l'utilisation de roulements à billes dans une machine peut réduire le frottement.
- ✦ Les élèves étudient l'utilisation de roulements à billes ou à rouleaux dans différentes machines.
- ✦ Les élèves apprennent le travail en équipe.

◆ Matériaux

- Fiche de ressource aux élèves
- Feuille de travail des élèves
- Un jeu de matériaux par groupe d'élèves :
 - Couvercle de bocal (type pot de mayonnaise)
 - 25 billes de verre de même taille (plus grosses que la profondeur du couvercle utilisé)
 - Livre
 - Morceau de moquette ou tapis



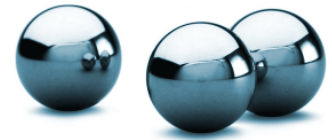
◆ Marche à suivre

1. Montrez aux élèves les divers documents de référence à leur disposition. Ces documents peuvent être lus en classe ou donnés à lire à la maison la veille.
2. Répartissez les élèves en groupes de 3 ou 4 et distribuez un jeu de matériaux à chaque groupe.
3. Demandez aux élèves de sentir la force du frottement lorsqu'ils essaient de déplacer le couvercle (partie ouverte vers le bas) du bocal sur différentes surfaces : dessus de pupitre, sol carrelé, morceau de moquette.
4. Demandez ensuite aux élèves de mettre dans le couvercle du bocal juste assez de billes pour remplir presque tout l'espace (les billes doivent pouvoir rouler librement). Utilisez un livre pour retourner le couvercle et demandez aux élèves d'observer comment le couvercle glisse plus facilement sur les surfaces testées auparavant.
5. Variez l'expérience en posant un livre ou un autre poids sur le dessus du couvercle (avec ou sans billes). Les billes facilitent-elles le déplacement du couvercle à des poids différents ?
6. Demandez aux élèves de citer différents exemples de machines dans lesquelles des roulements à billes ou à rouleaux sont utilisés et de remplir leur feuille de travail.
7. Chaque groupe d'élèves présente leur liste de machines à la classe et explique en quoi les roulements améliorent la conception et/ou le fonctionnement de chaque machine.

◆ Temps nécessaire

Une session de 45 minutes

Ça roule !



Ressource aux élèves :

Qu'est-ce que le frottement ? Comment les roulements à billes réduisent-ils le frottement ?

◆ Frottement

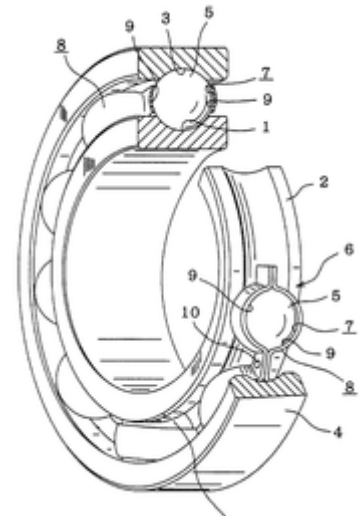
Le frottement est un terme décrivant la résistance qui s'exerce entre deux objets mobiles en contact. Plus le frottement est élevé, plus le mouvement des deux objets est difficile. Avec moins de frottement, les objets se déplacent plus facilement l'un contre l'autre. Par exemple, un morceau de caoutchouc produit plus de frottement en contact avec de la moquette que sur un livre à couverture lisse. Dans les machines, les pièces en contact produisent un frottement qui accélère l'usure.

◆ Roulements à billes

Le terme « roulement à billes » désigne parfois un organe de roulement dans lequel des roulements sphériques servent d'éléments roulants. Il peut également désigner une bille individuelle dans un organe de roulement. Les roulements à billes sont constitués de différents matériaux, tels que la céramique, les métaux, l'acier inoxydable et d'autres matériaux hybrides. Ils contribuent à la plus longue vie des machines en réduisant le frottement. Ils favorisent également le fonctionnement plus silencieux des machines. Les roulements ont été conçus selon un simple principe : que les objets roulent plus facilement qu'ils ne glissent. Lorsque deux objets glissent l'un sur l'autre, comme un livre sur une table, ou un bocal sur de la moquette, le frottement produit entre les deux surfaces freine le mouvement. Par contre, si les objets peuvent rouler l'un sur l'autre, ceci limite la portion de la surface de contact et réduit donc le frottement.

◆ Paliers à roulement

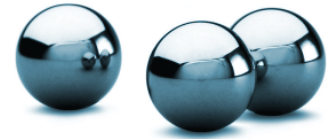
Un palier à roulement est un roulement qui porte une charge en plaçant des éléments sphériques entre les deux pièces. Le mouvement relatif des pièces entraîne le roulement de ces éléments sphériques avec peu de glissement. L'illustration de droite représente un concept breveté de roulements radiaux à billes à cage (brevet américain 6074099) et montre les billes encastrées entre les pièces sphériques. L'un des modèles les plus anciens et les mieux connus de paliers à roulement sont des groupes de tronçons de bois disposés sur le sol et sur lesquels un gros bloc de pierre est posé. Lorsque l'on tire sur la pierre, les tronçons de bois roulent sur le sol en produisant peu de frottement de glissement. Au fur et à mesure que chaque tronçon sort par l'arrière, il se déplace vers l'avant pour faire rouler le bloc de pierre. On peut simuler ce type de palier à roulement en disposant plusieurs stylos ou crayons sur une table et en plaçant la main dessus.



◆ Des vélos sans roulements à billes ? Des montagnes russes sans roulements à billes ?

Le vélo est le parfait exemple d'une machine dans laquelle des roulements à billes sont utilisés pour réduire le frottement. On trouve des roulements à billes dans les pédales, dans les moyeux avant et arrière des roues et dans le tube dans lequel le guidon est logé. Et les skateboards et les patins en ligne contiennent aussi des roulements à billes ! Outre ces exemples, les roulements à billes sont un important élément du design des appareils de forage pétrolier, des avions et des automobiles. Il y a même des roulements à billes dans les montagnes russes !

Ça roule !



Ressource aux élèves :

Histoire et évolution des roulements à billes

◆ Histoire

Un exemple primitif de roulement à billes supportant une table tournante a été trouvé dans l'épave d'un vaisseau romain dans le lac de Nemi, en Italie. Cette épave a été datée à 40 ans avant Jésus-Christ. Léonard de Vinci aurait décrit un type de roulement à billes vers l'année 1500. L'un des problèmes qui se posent avec ces roulements est qu'ils peuvent se frotter les uns contre les autres, ce qui produit encore plus de frottement, mais qui peut être éliminé en plaçant les billes dans une cage. Les premiers roulements à billes à cage ont été décrits par Galilée au 17^{ème} siècle.

◆ Innovation

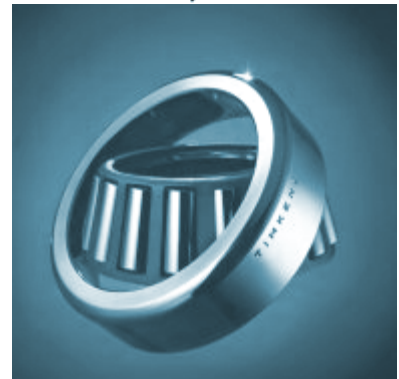
En 1898, Henry Timken, un fabricant d'attelages visionnaire et innovateur, déposa un brevet pour un roulement à rouleaux coniques. Il avait pour vision une entreprise dont la mission serait de résoudre un éternel problème technique de taille : le frottement, c'est-à-dire la force empêchant le mouvement d'objets en contact. Selon M. Timken, « celui qui parviendrait à concevoir un moyen de réduire fondamentalement le frottement accomplirait quelque chose d'une réelle valeur pour le monde. » L'année suivante, il fondait la société Timken Company dans le but de concrétiser sa vision innovante.



Henry Timken

◆ Conception et amélioration des produits

A l'époque où Henry Tomkin commença à développer son concept, le roulement le plus répandu était le simple palier à friction qui avait à peine évolué depuis les temps anciens. Il s'agissait essentiellement d'une peau métallique placée dans un orifice autour d'un axe rotatif, dont la fonction principale était de réduire le frottement en fonction du graissage. Henry Tomkin commença à expérimenter avec les roulements à billes, mais ceux-ci ne résistant pas à l'usure, il abandonna vite l'idée. Il conclut que les roulements à rouleaux étaient plus prometteurs pour les véhicules tels que les automobiles, car le poids de la charge, bien plus élevé que sur une bicyclette, pouvait être supporté sur toute la longueur des rouleaux, au lieu du point de contact unique que présentait chaque bille dans les roulements à billes. Après avoir testé les rouleaux cylindriques, il opta pour les rouleaux coniques, qui permettaient aux roulements de supporter les forces provenant de toutes les directions. Depuis 1989, The Timken Company a produit plus de six milliards de roulements et fabrique aujourd'hui des roulements de toutes sortes.



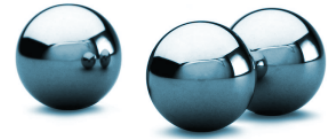
◆ Industries et applications

Les roulements à billes sont employés dans la plupart des industries, notamment les transports, l'aérospatiale, la fabrication, l'agriculture et les sports/divertissements. On trouve par exemple des roulements à billes ou à rouleaux dans les roues d'atterrissage des avions, les éoliennes, les satellites et les laminoirs. Par ailleurs, des roulements miniatures sont utilisés dans certaines applications médicales comme les équipements dentaires.



Ça roule !

Ça roule !



Feuille de travail des élèves :

Étape 1 :

Lisez vos fiches de référence afin d'étudier l'histoire et l'évolution des roulements à billes et à rouleaux.

Étape 2 :

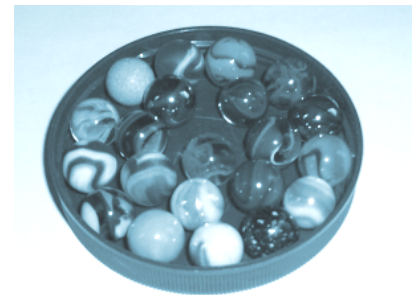
Par groupes de 3 ou 4 élèves, essayez de déplacer le couvercle qui vous a été fourni sur plusieurs surfaces : livre, pupitre, sol et moquette.

Question :

1. Quelles différences de frottement avez-vous observé en déplaçant le couvercle sur les différentes surfaces ? Quelle surface présentait le plus de frottement ? Pourquoi ?

Étape 3 :

Placez dans le couvercle du bocal juste assez de billes pour remplir presque tout l'espace (les billes doivent pouvoir rouler librement). Utilisez un livre pour retourner le couvercle et essayez de faire glisser le couvercle sur les mêmes surfaces que précédemment, les billes permettant maintenant de réduire le frottement.



Questions :

3. Quelles différences de frottement avez-vous observé avec les billes placées sous le couvercle ?

4. Les billes ont-elles permis de réduire le frottement sur toutes les surfaces ? Sur certaines seulement ? Dans ce cas, quelle surface présentait le plus de frottement ? Pourquoi ?

Étape 4 :

Variez l'expérience en posant un livre ou un autre poids sur le dessus du couvercle (avec ou sans billes).

Questions :

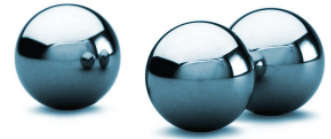
5. Les billes facilitent-elles le mouvement avec l'ajout de poids ?

6. Dans quel type d'application pourriez-vous utiliser un tel système ? Qui aurait besoin de déplacer des objets avec des poids lourds ? En quoi ce système rendrait-il la tâche plus facile ?

7. Citez trois exemples de machines dans lesquelles des roulements à billes ou à rouleaux sont utilisés.

1: _____ 2. _____ 3. _____

Ça roule !



Feuille de travail des élèves facultative :

Maintenant, c'est vous l'ingénieur ! Résolution de problèmes avec des roulements à rouleaux

◆ Instructions

Maintenant, c'est vous l'ingénieur ! En équipe, imaginez un système utilisant des roulements à rouleaux pour déplacer de 3 mètres un pupitre ou une table de la classe au moyen des matériaux qui vous ont été fournis. Défi : Limitez la force que vous exercez pour déplacer le pupitre ou la table à ce que vous pouvez pousser uniquement avec votre index. Vous pouvez utiliser jusqu'à 100 crayons et autant de ruban adhésif que nécessaire.

◆ Matériaux

Un jeu de matériaux par groupe d'élèves :

- 100 crayons
- ruban adhésif
- élastiques
- morceau de moquette ou tapis

Etape 1 :

Dessinez ci-dessous un schéma illustrant votre idée de solution.

Etape 2 :

Mettez votre idée à exécution ! Voyez si vous pouvez déplacer le pupitre ou la table avec votre index seulement.

Questions :

1. Votre idée a-t-elle fonctionné ? Pourquoi ou pourquoi pas ?

2. Quelles modifications avez-vous dû apporter à votre système pour qu'il fonctionne mieux ?

3. Etes-vous parvenu à déplacer le pupitre ou la table en utilisant la seule force de votre index ?