

2.3

Le gain mécanique

Durée

45–60 min

À voir

Les machines nous sont très utiles.

Nous nous servons de machines simples et d'autres systèmes pour faciliter l'exécution du travail.

Il est possible de calculer le gain mécanique d'une machine simple et le travail effectué.

Vocabulaire

- gain mécanique
- gain mécanique idéal
- gain mécanique réel

Habiletés

Planifier	Observer
Exécuter	Analyser

Matériel à prévoir

(pour chaque élève)

- livre
- mètre
- peson
- chaise
- sac de plastique

Ressources pédagogiques

DR 2.3-1 : Le calcul du gain mécanique

DR 2.3-2 : Sciences en action : les machines simples de ton corps

Grille d'évaluation 1 : Connaissance et compréhension

BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation

BO 4 : La résolution de problèmes technologiques

BO 6 : Utiliser les mathématiques en sciences et technologie

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvalaeducation.com/sciences

ATTENTES

- Examiner les composantes essentielles au fonctionnement des systèmes.
- Démontrer sa compréhension de divers systèmes et des facteurs qui leur permettent de fonctionner efficacement et en sécurité.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des concepts

- Calculer le gain mécanique ($GM = F_{\text{produite}}/F_{\text{appliquée}}$) de différents systèmes mécaniques.

Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication

- Respecter les consignes de sécurité et utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition ainsi que les techniques de construction qui lui sont suggérées.
- Utiliser la démarche expérimentale pour examiner des facteurs qui influent sur le gain mécanique de différents mécanismes et machines simples et noter qualitativement et quantitativement le gain mécanique.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.
- Communiquer oralement et par écrit en se servant d'aides visuelles dans le but d'expliquer les méthodes utilisées et les résultats obtenus lors de ses expérimentations, ses recherches, ses explorations ou ses observations.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Le gain mécanique de machines simples

- Le gain mécanique (GM) d'une machine indique s'il y a une augmentation de l'ampleur de la force produite ou de la distance parcourue par la force produite. Par exemple, un GM de 10 signifie que la force produite est 10 fois supérieure à la force appliquée. Un GM de 0,1 signifie que la force produite est 10 fois inférieure à la force appliquée, mais que la distance parcourue par la force produite est 10 fois supérieure à la distance parcourue par la force appliquée. La force et la distance ne peuvent pas augmenter simultanément.
- Nous pouvons examiner cette relation sous un autre angle. Prenons le travail effectué par la force appliquée et celui effectué par la force produite. En supposant une situation idéale (comme l'absence de friction), le travail accompli par la force produite doit être égal au travail accompli par la force

appliquée, ou $T_{\text{force appliquée}} = T_{\text{force produite}}$. Donc, $F_a \times d_a = F_p \times d_p$. C'est une variante du principe de la conservation de l'énergie.

- Le GM idéal d'un plan incliné se calcule en divisant la longueur de la pente par sa hauteur. Une rampe de 12 m d'une hauteur de 3 m produit donc un GM idéal de 4.
- Le GM idéal d'une vis est déterminé par la circonférence et le pas de la vis. Le pas correspond à la distance verticale entre deux filets. Si une vis possède 5 filets par centimètre, son pas est de 0,2 cm. Théoriquement, on calcule le GM en divisant la circonférence de la vis par son pas. En fait, il faut tenir compte de l'utilisation d'un tournevis, donc on calcule le GM en divisant la circonférence du manche du tournevis par le pas de la vis.
- Le GM idéal d'un système de poulies mobiles correspond au nombre de longueurs de corde levant la charge.

- Le GM idéal d'une roue et d'un axe correspond au rapport entre le diamètre de la roue et le diamètre de l'axe. Par exemple, une roue d'un diamètre de 10 cm fixée à un axe de 2 cm de diamètre produit un GM de 5.
- Le GM d'un train d'engrenages est appelé *rapport d'engrenage*. C'est le rapport entre le nombre de dents de la roue motrice et le nombre de dents de la roue menée. Un train d'engrenages avec un rapport d'engrenage supérieur à 1 est conçu pour maximiser la force. Un train d'engrenages avec un rapport d'engrenage inférieur à 1 permet l'optimisation de la vitesse.

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves pensent peut-être que l'utilisation de machines simples diminue le travail. Cette idée fausse sera sans doute corrigée au cours de l'expérience de la section 2.6. Cependant, si elle surgit, rectifiez-la immédiatement.
- *Clarification* La force exercée et la distance parcourue par la force permettent de calculer le travail effectué. Dans les machines simples, la transformation d'une petite force appliquée en force produite plus grande exige que la petite force parcoure une plus grande distance. Le produit de la force multipliée par la distance est équivalent dans les deux cas ($F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$). En conséquence, le même travail est effectué, que l'objet soit déplacé avec ou sans machine simple.
- *Et maintenant?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *Si vous soulevez un objet avec un levier, accomplissez-vous le même travail que si vous le soulevez sans le levier?* (Dans les deux cas, le même travail est effectué [$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$]).

Ressources complémentaires

RAY, Cédric, et Jean-Claude POIZAT. *La physique par les objets quotidiens*, Paris, Éditions Belin, 2007.

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvalaeducation.com/sciences

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

- Avant que les élèves n'entament la lecture de la section 2.3, demandez-leur d'en examiner le titre, « Le gain mécanique », pour connaître la matière abordée. Le mot *mécanique* est associé à *machines*, et le mot *gain* signifie un avantage obtenu. Le *gain mécanique* correspond donc à l'avantage d'utiliser une machine, exprimé en un nombre (sans unités) qui compare la force appliquée et la force produite, ou la distance parcourue par la force appliquée et la distance parcourue par la force produite.

2 Explorer et expliquer

- Demandez aux élèves de regarder la figure 1 du manuel et d'imaginer la difficulté de retirer le clou sans l'utilisation d'un marteau. Les élèves jugeront probablement que c'est impossible. Demandez-leur ensuite si ce serait plus facile avec un marteau à manche court ou long. Ils devineront naturellement qu'un marteau à manche long facilitera le travail. Demandez-leur pourquoi.
- Demandez aux élèves de donner des exemples de machines simples qu'ils ont modifiées pour en augmenter le gain mécanique. Par exemple, ils peuvent avoir soulevé une pierre au moyen d'un long bâton en rapprochant le point d'appui de la charge pour augmenter la force produite.
- Signalez que la méthode de résolution de problèmes est identique pour tous les exemples. Renvoyez les élèves à la section 6.B. de *La boîte à outils*, « Résoudre des problèmes numériques à l'aide de la méthode DRASÉ ». Ils y passeront en revue la méthode de résolution de problèmes proposée dans le manuel.

À la maison

Les élèves peuvent chercher dans leur garage, l'atelier de leur sous-sol ou leur cuisine des outils produisant un grand gain mécanique ou un gain mécanique modifiable. Demandez-leur de noter la fonction de l'outil et de réfléchir à la difficulté d'exécuter la tâche sans l'outil.

- **Premier exemple de problème :** Calcule le gain mécanique d'une brouette – Réponse

Données : longueur du bras de levier = 1,8 m
longueur du bras de charge = 0,50 m

Recherché : le gain mécanique (GM)

Analyse : $GM = \frac{\text{longueur du bras de levier}}{\text{longueur du bras de charge}}$

Solution : $GM = \frac{1,8 \text{ m}}{0,50 \text{ m}} \quad GM = 3,6$

Énoncé : La brouette possède un gain mécanique de 3,6.

- **Deuxième exemple de problème :** Calcule le gain mécanique d'une poulie – Réponse

Données : distance parcourue par la force appliquée = 4 m
distance parcourue par la force produite = 1 m

Recherché : le gain mécanique (GM)

Analyse : $GM = \frac{\text{distance parcourue par la force appliquée}}{\text{distance parcourue par la force produite}}$

Solution : $GM = \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ m}} \quad GM = 4$

Énoncé : La poulie possède un gain mécanique de 4.

- **Troisième exemple de problème :** Calcule le gain mécanique réel d'un levier – Réponse

Données : force appliquée mesurée = 37 N
force produite mesurée = 185 N

Recherché : le gain mécanique (GM) réel

Analyse : $GM \text{ réel} = \frac{\text{force produite mesurée}}{\text{force appliquée mesurée}}$

Solution : $GM \text{ réel} = \frac{185 \text{ N}}{37 \text{ N}} \quad GM \text{ réel} = 5,0$

Énoncé : Le levier possède un gain mécanique réel de 5,0 (avec deux chiffres significatifs).

- **Quatrième exemple de problème :** Calcule le gain mécanique réel d'un système de poulies – Réponse

Données : force appliquée mesurée = 10 N
force produite mesurée = 48 N

Recherché : le gain mécanique (GM) réel

Analyse : $GM \text{ réel} = \frac{\text{force produite mesurée}}{\text{force appliquée mesurée}}$

Solution : $GM \text{ réel} = \frac{48 \text{ N}}{10 \text{ N}} \quad GM \text{ réel} = 4,8$

Énoncé : Le système de poulies possède un gain mécanique réel de 5 (avec un seul chiffre significatif).

Occasions d'évaluation

Vous pouvez circuler et discuter avec les élèves pendant l'exercice de résolution de problèmes. Évaluez leurs habiletés à communiquer et à résoudre des problèmes au moyen de la Grille d'évaluation 1, « Connaissance et compréhension ».

- Les élèves peuvent utiliser le DR 2.3-1, « Le calcul du gain mécanique », pour s'exercer au calcul du gain mécanique de machines simples. Incitez-les à se servir de la méthode proposée dans leur manuel.
- Demandez aux élèves de réaliser l'expérience de la rubrique **Sciences en action : Calculer le gain mécanique d'un levier**.

SCIENCES EN ACTION : CALCULER LE GAIN MÉCANIQUE D'UN LEVIER

Objectif

- Les élèves vont déterminer le gain mécanique idéal et réel d'un levier.

À noter

- Renvoyez les élèves à la section 6.A. de *La boîte à outils*, « Mesures et instruments de mesure », pour revoir le mode d'utilisation d'un peson pour mesurer la longueur et le poids. Ils peuvent aussi en consulter la section 4.C.1., « Faire un croquis ».
- Veillez à ce que les élèves installent un levier du deuxième type. Recommandez-leur de s'assurer que la charge se situe entre la force appliquée et le point d'appui, comme dans le cas d'une brouette.
- Les élèves peuvent calculer le gain mécanique idéal au moyen de la formule $GM = \frac{\text{longueur du bras de levier}}{\text{longueur du bras de charge}}$
- Si possible, accordez aux élèves le temps de faire l'essai de divers agencements de leviers du deuxième type ou d'un levier du troisième type. La répétition de l'expérience donnera des résultats plus probants.
- Incitez-les à chercher toutes les erreurs possibles qui pourraient fausser leurs calculs.
- Exemples de données :

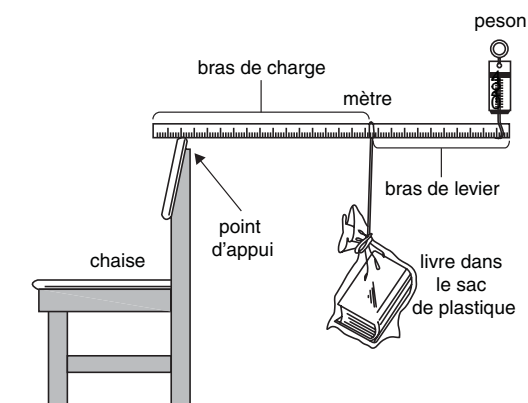
longueur du bras de levier	1 m
longueur du bras de charge	0,5 m
résistance	10 N
force appliquée	6 N

$$\text{gain mécanique idéal} = \frac{\text{longueur du bras de levier}}{\text{longueur du bras de charge}} = \frac{1 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 2$$

$$\text{gain mécanique réel} = \frac{\text{résistance}}{\text{force appliquée}} = \frac{10 \text{ N}}{6 \text{ N}} = 1,6$$

Suggestions de réponses

- A.** Exemple de réponse : Le gain mécanique réel est légèrement inférieur au gain mécanique idéal. (Les élèves ne constateront probablement pas de différence importante en raison d'une friction insignifiante. Les divergences découleront plutôt d'erreurs dans les mesures prises avec le peson et le mètre.)
- B.** Les croquis doivent ressembler à celui-ci.



3 Approfondir et évaluer

- En s'appuyant sur leur connaissance du gain mécanique, demandez aux élèves de déterminer si l'une des machines simples est supérieure aux autres. Ils devraient en venir à la conclusion qu'il n'y en a aucune qui soit « meilleure ». Le choix d'une machine simple repose sur la tâche à exécuter. Selon les circonstances, un levier ou une poulie sera plus efficace.
- Demandez aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. Le gain mécanique est l'avantage que donne l'utilisation d'une machine simple. Le nombre est indiqué sans unités de mesure et correspond au rapport entre la force produite et la force appliquée, ou entre la distance parcourue par la force appliquée et la distance parcourue par la force produite.
2. a) Si une force produite est cinq fois supérieure à une force appliquée, le gain mécanique est de 5.
b) $GM \text{ réel} = \frac{\text{force produite}}{\text{force appliquée}}$ $GM \text{ réel} = \frac{36 \text{ N}}{0,6 \text{ N}}$ $GM \text{ réel} = 60$
3. a) Le gain mécanique d'un levier du troisième type sera toujours inférieur à 1 parce que la force appliquée est située entre le point d'appui et la charge. En conséquence, la longueur du bras de levier sera toujours inférieure à la longueur du bras de charge, et le rapport entre la longueur de ces bras sera inférieur à 1.
b) Les leviers du troisième type offrent un gain mécanique inférieur à 1, mais ils restent utiles puisqu'ils augmentent la vitesse et la distance parcourue par la force produite.
4. Les parties soumises à la friction diminuent le gain mécanique réel par rapport au gain mécanique idéal. Cette situation résulte de la rotation de la roue autour de l'axe ou de la rotation de l'axe dans le cadre de la poulie.

Enseignement différencié

Outils +

- Effectuez les exemples de problèmes avec les élèves, en vérifiant qu'ils comprennent bien chaque étape avant de poursuivre. Renvoyez les élèves à la section 6.B. de *La boîte à outils*, « Résoudre des problèmes numériques à l'aide de la méthode DRASÉ ». Ils y passeront en revue la méthode de résolution de problèmes proposée dans le manuel.

Défis +

- Proposez un défi aux élèves en leur suggérant d'effectuer une autre activité sur le gain mécanique, celle du DR 2.3-2, « Sciences en action : les machines simples de ton corps ». Chaque élève observera puis mesurera différentes parties de son corps pour calculer le gain mécanique idéal de chacune d'elles.

Élèves en français langue seconde

FLS

- Puisque cette section repose substantiellement sur les mathématiques, les habiletés langagières sont moins prédominantes. Expliquez la notion de gain mécanique dans diverses situations au moyen de photos et d'illustrations.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- expliquer ce qu'est le gain mécanique d'une machine simple;
- calculer le gain mécanique idéal d'une gamme de machines simples;
- expliquer la raison pour laquelle le gain mécanique réel est inférieur au gain mécanique idéal;
- comparer le gain mécanique idéal au gain mécanique réel d'une machine simple à partir de leurs propres observations.