

2.5

Le travail, au sens scientifique

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

- Comparer, en utilisant des exemples, les significations scientifiques et quotidiennes des termes travail, force, énergie et efficacité.
- Comprendre et utiliser la formule ($T = F \times d$) pour établir le lien entre le travail, la force et la distance sur laquelle la force est exercée dans des systèmes mécaniques simples.

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.
- Déterminer quantitativement le travail accompli dans différentes situations de la vie courante.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Le travail et l'énergie

- Le travail et l'énergie sont exprimés par les mêmes unités, mais elles ne mesurent pas la même quantité. L'énergie est la capacité à exécuter un travail, autrement dit, le prix à payer pour la réalisation du travail. Il faut 100 J d'énergie pour obtenir 100 J de travail.
- Plusieurs machines complexes transforment l'énergie stockée en travail. Par exemple, une pile convertit l'énergie chimique qu'elle renferme en énergie électrique. Celle-ci peut ensuite se convertir en énergie mécanique. Cette dernière peut alors accomplir le travail. L'énergie emmagasinée se nomme *énergie potentielle*. L'énergie résultant d'un mouvement porte le nom d'*énergie cinétique*.
- Le principe travail - énergie traduit la relation entre le travail et l'énergie cinétique. L'énergie cinétique déployée correspond au travail effectué. Par exemple, si vous

lancez une balle, l'énergie cinétique déployée par votre bras serait égale au travail effectué sur la balle. Une partie de ce travail se transformerait en énergie thermique en raison de la friction.

La conversion de l'énergie en travail

- Il existe plusieurs formes d'énergie et autant de sources potentielles qui doivent généralement se convertir en énergie mécanique quelconque pour devenir utiles.
- Plusieurs types de machines accomplissent cette conversion, mais elles sont toutes des systèmes de machines simples. Un exemple est le moteur électrique. La transformation d'impulsions électriques entraîne la formation de champs magnétiques rotatifs. Ceux-ci actionnent un aimant à l'intérieur du moteur. La roue et l'axe du moteur s'enclenchent sous l'action des champs magnétiques rotatifs.

Durée

45–60 min

À voir

Il existe une différence entre faciliter l'exécution d'un travail et travailler moins.

Vocabulaire

- travail
- énergie

Habiletés

Planifier
Exécuter
Observer
Communiquer

Matériel à prévoir

(pour chaque élève)

- peson
- petit sac de plastique
- différents poids standardisés
- autres objets
- corde
- mètre

Ressources pédagogiques

DR 2.5-1 : Le calcul du travail
BO 2 : La démarche scientifique et l'expérimentation
BO 6 : Utiliser les mathématiques en sciences et technologie
Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvalaeducation.com/sciences

Ainsi, l'énergie électrique produite par une batterie ou un moteur est convertie en énergie mécanique utilisable par une machine simple.

- Le travail effectué par le moteur est tout au plus égal à la quantité d'énergie cinétique produite par les champs magnétiques rotatifs.

- On peut fabriquer des systèmes d'engrenages, de leviers et de vis qui transforment le mouvement rotatif d'un moteur en mouvement linéaire ou en mouvement rotatif dans une autre direction.

Ressources complémentaires

PARKER, Steve, et Jenny VAUGHAN. *Comment ça marche ? Encyclopédie des sciences*, Paris et Bath, éditions minuscules et Parragon, 2002.

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

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les élèves confondent peut-être les notions de travail, d'énergie et de force en raison de leur utilisation quotidienne.
- *Clarification* Dans le langage courant, le sens des mots n'est pas toujours très précis. Ce chapitre traite de termes relatifs à la physique qui, dans la vie quotidienne, sont souvent utilisés indifféremment pour décrire une situation. Une personne dira que déplacer une pierre demande beaucoup d'énergie. Une autre affirmera que cela exige beaucoup de travail. Une troisième déclarera qu'il faut beaucoup de force. Elles ont toutes raison, ce qui ne signifie pas que ces notions soient identiques. L'énergie est la capacité d'exécuter un travail. Il existe plusieurs formes d'énergie (p. ex., l'énergie électrique et l'énergie chimique), mais toutes ne peuvent pas être transformées en travail. Un travail est effectué seulement si l'énergie utilise la force appliquée pour créer un mouvement. La force exercée sur un objet modifie sa vitesse ou la direction de son déplacement. Par exemple, si tu frappes une balle avec un bâton de baseball, tu convertis l'énergie chimique de ton corps en force mécanique dont le travail propulse la balle dans le champ.
- *Et maintenant ?* À la fin de la leçon, demandez aux élèves : *En quoi la signification scientifique des mots « énergie », « force » et « travail » est-elle différente de leur signification dans la vie quotidienne ?* (Dans la vie quotidienne, nous employons indifféremment ces mots pour désigner la même notion. Les scientifiques les utilisent pour désigner trois notions distinctes : un travail est effectué lorsqu'une énergie, avec l'application d'une force, déplace un objet.)

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

- Demandez à deux élèves volontaires d'aller à l'avant de la classe. Demandez ensuite à l'une ou l'un d'eux de pousser de toutes ses forces sur le mur et à l'autre de simplement presser sa main contre le mur, sans se fatiguer. Demandez au reste de la classe de nommer l'élève qui a travaillé le plus fort. Les élèves répondront probablement que la personne qui a poussé le plus fort est celle qui a travaillé le plus fort. Demandez-leur ensuite : *Qui a effectué le plus de travail ?* Ils répondront probablement de nouveau que l'élève qui a fourni les plus grands efforts a accompli le plus de travail. Informez-les que, même si ces deux élèves avaient poussé sur le mur toute la journée et de toutes leurs forces, ils n'auraient effectué aucun travail (sur le mur).
- Demandez aux élèves de faire des liens avec leurs connaissances acquises à mesure qu'ils lisent le texte. Vous trouverez d'autres stratégies pédagogiques associées à la rubrique **Vers la littératie** à la page 71 de ce guide.

2 Explorer et expliquer

- Incitez les élèves à examiner la formule de calcul du travail. Demandez-leur de calculer le travail effectué si aucune force n'est appliquée à un objet (p. ex., en regardant simplement un crayon sur la table). À l'aide de la formule, ils devraient constater rapidement qu'aucun travail n'est effectué. Demandez-leur ensuite d'imaginer une situation où une force est appliquée, mais qu'elle n'a pas déplacé l'objet (à l'exemple de l'exercice du mur). De nouveau, la formule leur indiquera clairement qu'aucun travail n'est effectué.
- Demandez aux élèves d'imaginer d'autres circonstances où ils croient accomplir énormément de travail sans en effectuer aucun d'un point de vue scientifique, par exemple s'ils tirent sur une corde attachée à un objet lourd.
- Cette leçon mentionne deux unités de mesure que les élèves ne connaissent probablement pas : le newton-mètre et le joule. Soulignez que le newton-mètre et le joule sont équivalents. Répétez aux élèves que la même unité exprime le travail et l'énergie, mais qu'elle ne mesure pas la même quantité.
- Au moyen des exemples de problèmes du manuel, montrez aux élèves la formule de calcul du travail effectué dans l'exécution de différentes tâches. Confirmez-leur que la façon de résoudre ces problèmes est identique dans tous ces exemples. Les élèves peuvent consulter la section 6.C.1. de *La boîte à outils*, « Déterminer les chiffres significatifs », pour en revoir l'utilisation.

- **Premier exemple de problème** : Calculer le travail – Réponse

Données : force = 0,3 N
distance = 2,5 cm = 0,025 m

Recherché : le travail effectué (T)

Analyse : $T = F \times d$

Solution : $T = 0,3 \text{ N} \times 0,025 \text{ m}$
 $T = 0,0075 \text{ N}\cdot\text{m}$
 $T = 0,0075 \text{ J}$

Énoncé : 0,008 J (utilisation d'un chiffre significatif) de travail est effectué pour faire glisser la souris.

- **Deuxième exemple de problème** : Calculer le travail – Réponse

Données : force = 6,2 kN = 6200 N
distance = 95 km = 95 000 m

Recherché : le travail effectué (T)

Analyse : $T = F \times d$

Solution : $T = 6200 \text{ N} \times 95\,000 \text{ m}$
 $T = 589\,000\,000 \text{ N}\cdot\text{m}$
 $T = 589\,000\,000 \text{ J}$
 $T = 589\,000 \text{ kJ}$

Énoncé : 590 000 kJ (utilisation de deux chiffres significatifs) de travail sont effectués sur l'avion.

- Demandez aux élèves de réaliser l'expérience de la rubrique **Sciences en action** : **Calculer le travail**.

Liens avec les mathématiques

Les élèves ont peut-être déjà appris la notation scientifique des calculs dans leur classe de mathématiques. Si c'est le cas, demandez-leur de l'utiliser pour faire le deuxième exemple de problème. Revoyez avec eux la section 6.C. de *La boîte à outils*, « Chiffres significatifs et notation scientifique ».

Objectif

- Les élèves vont calculer le travail associé à la réalisation de tâches quotidiennes.

À noter

- Veillez à ce que les élèves tirent le poids dans la direction du déplacement. Dans le cas d'une table dont le dessus est incliné, ils doivent tirer le poids parallèlement à la table.
- Incitez les élèves à chercher toutes les erreurs possibles susceptibles de fausser leurs mesures, donc leurs calculs.

Suggestions de réponses

- Exemple de données :

Tâche	Force appliquée (N)	Distance (m)	Travail effectué (J)
ouvrir un tiroir	10	0,25	2,5
soulever un sac à dos	40	0,75	30
faire glisser un livre sur un pupitre	5	1	5
faire glisser un livre sur un tapis	8	1	8

- Le glissement d'un objet sur un pupitre a exigé plus de travail au départ, puisque le frottement d'adhérence est supérieur au frottement de glissement.
- Exemple de réponse : L'écart des résultats entre le glissement d'un livre sur un pupitre et le glissement d'un livre sur un tapis m'a semblé étonnant. Je sais que la surface d'un tapis est plus rugueuse que celle d'un pupitre. La friction produite est donc plus élevée. Je ne m'attendais pas, par contre, à un tel effet de la friction sur le travail nécessaire pour réaliser ces tâches.

3 Approfondir et évaluer

Occasions d'évaluation

Des élèves pourraient résoudre en équipes les problèmes du DR 2.5-1, « Le calcul du travail ». Si tel est le cas, évaluez la collaboration des élèves et leurs habiletés en résolution de problèmes au moyen des grilles d'évaluation appropriées.

- Demandez aux élèves de remplir le DR 2.5-1, « Le calcul du travail ». Les problèmes proposés posent un plus grand défi que ceux du manuel. Les problèmes 3 et 4 exigent des élèves de trouver les trois variables de la formule de calcul. Si ces problèmes se révèlent trop difficiles pour quelques élèves, vous pourriez toutefois demander aux élèves plus avancés de les résoudre.
- Incitez les élèves à réfléchir aux machines capables d'exécuter les tâches des figures de cette section. Par exemple, ils comprendront peut-être qu'un levier faciliterait le déplacement de la grosse pierre de la figure 1. Cette réflexion aboutit à l'expérience de la section 2.6, où la question est de savoir si les machines diminuent ou non le travail.
- Demandez aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. Travail = force \times distance
2. Le newton-mètre et le joule sont équivalents. Le joule est l'unité de mesure du travail effectué lorsqu'une force de 1 newton parcourt 1 m.
3. a) $500 \text{ N} \times 15 \text{ m} = 7500 \text{ J}$ b) $100 \text{ N} \times 0,75 \text{ m} = 75 \text{ J}$
4. $60 \text{ kJ} = 60\,000 \text{ J}$
 $T = F \times d$ $F = \frac{T}{d}$
 $F = \frac{60\,000 \text{ J}}{25 \text{ m}}$
 $F = 2400 \text{ N}$
5. La position en extension des bras exige de l'énergie musculaire. Cependant, la définition scientifique du travail stipule qu'il est égal à la force multipliée par la distance de déplacement. Puisque le plancher et toi restez immobiles, aucun travail n'est effectué d'un point de vue scientifique.

Vers la littérature

Faire des liens

- Expliquez aux élèves que faire des liens signifie souvent établir un rapport entre la matière nouvelle et les connaissances acquises. Par exemple, dites-leur : *Lorsque nous avons appris au chapitre 2 que les machines simples sont des systèmes physiques, nous avons fait un lien avec ce que nous avons appris des systèmes au chapitre 1.* Poursuivez en expliquant qu'il est également possible de faire des liens entre de nouveaux renseignements et de nouvelles situations et des situations que nous avons déjà vécues ou qui ont été vécues par d'autres.
- Écrivez au tableau les titres *Ta vie*, *Ce que tu as lu* et *Ce qui se passe dans le monde*. Demandez aux élèves de recopier ces titres dans un tableau, dans leur cahier.
- Faites s'exercer les élèves à établir des liens avec la matière de la section 2.5 du manuel en notant le plus grand nombre possible d'exemples dans leur tableau à mesure qu'ils lisent le texte. Lorsqu'ils ont terminé, incitez-les à discuter des liens établis avec une ou un camarade ou avec le reste de la classe.

Enseignement différencié

Défis +

- Les élèves qui le désirent peuvent examiner les effets de la friction sur le résultat de l'expérience de la rubrique **Sciences en action**. Demandez-leur de rédiger une démarche expérimentale leur permettant de mesurer la force nécessaire pour surmonter la friction sur différentes surfaces.

FLS

- Les mots qui se confondent avec un verbe conjugué, par exemple *force*, peuvent constituer un défi pour les élèves en FLS. Ces élèves ont peut-être entendu une personne affirmer qu'elle force quelqu'un à faire quelque chose. Prêtez attention à ce genre de problème, surtout avec le vocabulaire scientifique employé dans les chapitres. Soulignez cette possibilité en établissant la signification des mots dans divers contextes, visuellement ou autrement. Vous favoriserez ainsi l'apprentissage du vocabulaire par les élèves en FLS.

Géniales, les sciences! Des merveilles microscopiques et des minimachines

- Les systèmes micro-électromécaniques (SMEM) se révèlent de plus en plus importants, non seulement dans le domaine de la sécurité, mais également dans le monde du divertissement. Les unités de commande et les téléphones détecteurs de mouvement renferment des SMEM semblables à ceux qui équipent les coussins gonflables.
- En raison de la taille minuscule des SMEM, leur conception doit tenir compte de l'effet de forces qui ne posent aucun problème aux machines de taille normale. Par exemple, les gens qui fabriquent des machines miniatures doivent davantage prendre en considération les ondes de capillarité, la friction et la résistance de l'air que ceux qui fabriquent les mêmes machines, mais de taille normale. Par contre, ils peuvent exploiter ces caractéristiques pour mettre au point des produits sensibles au moindre changement de leurs propriétés, des changements impossibles à détecter avec un dispositif de plus grande taille.
- Le principal problème des SMEM consiste à leur trouver des sources d'alimentation. Des conceptrices et concepteurs en microtechnologie travaillent actuellement sur des prototypes de piles à hydrogène, de turbines à gaz et de générateurs électriques.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- distinguer les significations scientifiques et quotidiennes des mots *travail* et *énergie*;
- calculer le travail effectué pour exécuter différentes tâches;
- différencier le travail et l'énergie.