

# La conservation de l'énergie

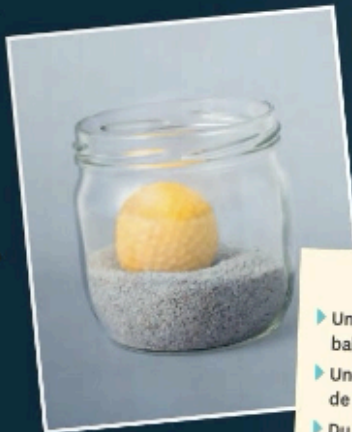
CHAPITRE

8



Esprit scientifique

Des chutes dans le sable pour étudier l'énergie cinétique !



Découvre la suite de l'expérience p. 189

### Matériel

- ▶ Une balle de golf (masse de la balle : 15 g environ).
- ▶ Une balle de ping-pong (masse de la balle : 3 g environ).
- ▶ Du sable.
- ▶ Un récipient transparent.
- ▶ Une règle de 20 cm.

▲ Déformation du sable suite à la chute d'une balle de golf.



Barrage à eau courante. Lors du franchissement du barrage, l'énergie de l'eau est convertie de plusieurs manières.

### Je sais déjà

1. Qu'est-ce que l'énergie ?

- a. une unité.
- b. une puissance.
- c. un fluide.
- d. une grandeur caractéristique d'un système.

2. En quelle unité exprime-t-on l'énergie ?

- a. en joule.
- b. en watt.
- c. en watt-heure.
- d. en kilomètre par heure.

3. Quel dispositif permet de convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique ?

- a. un radiateur.
- b. une bouilloire.
- c. une pile électrique.
- d. un alternateur.

4. L'énergie peut se trouver sous forme :

- a. liquide.
- b. cinétique.
- c. mécanique.
- d. végétale.

### Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✓ Les formes de l'énergie
- ✓ Les stockages de l'énergie
- ✓ Les transformations de l'énergie

### Au CYCLE 4, j'ai vu...

- ✓ Les transferts d'énergie
- ✓ Les convertisseurs d'énergie
- ✓ Les calculs d'énergie convertie et les puissances de conversion

### Je vais apprendre à...

- ✓ Trouver la relation entre l'énergie cinétique et les grandeurs dont elle dépend
- ✓ Calculer l'énergie cinétique d'un système en mouvement
- ✓ Appliquer la conservation de l'énergie

# 1 Comment augmente l'énergie cinétique ?

Dans un dépliant de sécurité routière, Jonathan lit la phrase suivante : « La probabilité qu'un accident soit mortel est d'autant plus grande que cet accident implique des véhicules lourds comme les camions ou des véhicules roulant très vite. Ceci est dû à leur **énergie cinétique** élevée. »

## Formulation d'une hypothèse

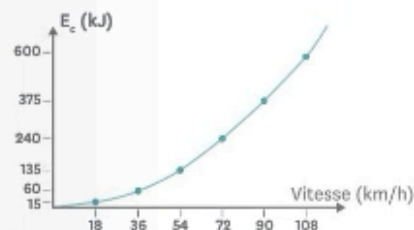
1. À ton avis, quel est le lien entre l'énergie cinétique et les grandeurs dont elle dépend ?

Énergie cinétique à 50 km/h				
Type de véhicule	moto	voiture	camionnette	camion
Masse (en kg)	100	1 000	5 000	19 000
Énergie cinétique (en J)	9 645	96 450	482 250	1 832 550

Doc. 1 Énergie cinétique de quatre véhicules.

Le mouvement qui anime un système lui confère une énergie dite « cinétique », liée à la masse et à la vitesse du système.

Doc. 2 L'énergie cinétique : l'énergie liée au mouvement.



Doc. 3 Énergie cinétique d'une voiture de 1200 kg à différentes vitesses.

## Vocabulaire

**L'énergie cinétique** : forme d'énergie associée à un mobile du fait de son mouvement.

## Recherche de données

2. Doc. 2 De quelles grandeurs physiques dépend l'énergie cinétique ?

## Analyse des données

3. Trace la courbe représentant l'évolution de l'énergie cinétique en fonction de la masse du véhicule. Comment ces deux grandeurs sont-elles liées ?

4. Doc. 3 Utilise le graphique pour tracer celui de l'énergie cinétique en fonction du carré de la vitesse du véhicule.

5. Comment l'énergie cinétique est-elle liée au carré de la vitesse ?

## Conclusion

6. D'après ton analyse des données, ton hypothèse était-elle exacte ?

7. Doc. 3 Utilise tes résultats et les valeurs issues du graphique pour proposer une expression mathématique de l'énergie cinétique.

## Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai vérifié que l'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse.
- ✓ J'ai trouvé à quelles grandeurs l'énergie cinétique est proportionnelle.

# 2 Comment évolue l'énergie d'une balle pendant une chute libre ?

Yasmine et Gabriel sont sur un balcon. Gabriel s'apprête à lâcher une balle de tennis. Il pense que sa balle va perdre de l'énergie. Yasmine croit plutôt qu'elle va gagner de l'énergie !



## Formulation d'une hypothèse

1. D'après toi, pendant sa chute, l'énergie de la balle va-t-elle augmenter, diminuer ou rester identique ?



Doc. 1 Balle de tennis sur terre battue.



## Vocabulaire

**Une chute libre** : mouvement au cours duquel le mobile étudié n'est soumis qu'à son poids.

**L'énergie de position** : énergie proportionnelle à l'altitude d'un système.

## Expérimentation

Fiche méthode n°1 p. 250

2. **Protocole** : Élabore un protocole expérimental utilisant l'acquisition et le traitement vidéo afin d'obtenir la chronophotographie de la balle au cours d'une **chute libre**.

3. **Mesures** : Après accord du professeur, mets en œuvre ton protocole d'expérience.

## Analyse des résultats

4. Comment évolue la vitesse de la balle au cours de la chute ? Justifie avec les données expérimentales.

5. Comment évolue l'énergie cinétique de la balle au cours de la chute ? Justifie ta réponse.

6. Détermine comment évolue l'énergie de position au cours de la chute de la balle.

7. Indique si tes résultats valident ou non ton hypothèse.

## Conclusion

8. Que peut-on affirmer concernant l'énergie totale de la balle, si l'on considère qu'au cours de sa chute, elle ne transfère d'énergie à aucun autre réservoir ?
9. Comment cela se traduit-il pour les énergies liées à son altitude et sa vitesse ?

## Pour réussir cette activité

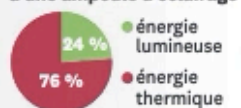
- ✓ J'ai réalisé une vidéo d'un système en mouvement.
- ✓ J'ai utilisé un logiciel de traitement vidéo pour obtenir des informations sur un système.
- ✓ J'ai trouvé comment la variation de l'énergie cinétique et celle de l'énergie de position pendant la chute sont reliées l'une à l'autre.

### 3 Fonctionnement d'un barrage hydroélectrique

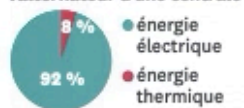
Une grande quantité d'énergie est disponible dans notre environnement. Cependant, son utilisation directe est rarement possible.

**Comment l'énergie présente autour de nous est-elle rendue disponible pour nos usages quotidiens ?**

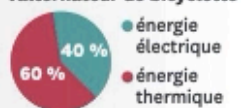
Énergies sortant d'une ampoule d'éclairage



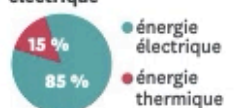
Énergies sortant de l'alternateur d'une centrale



Énergies sortant de l'alternateur de bicyclette



Énergie sortant d'une pile électrique



Doc. 2 Centrale hydroélectrique Hoover, Nevada.

Chaque seconde :

- Énergie de position de l'eau qui entre dans le barrage : 3 600 MJ ;
- Énergie transférée au réseau électrique : 2 080 MJ ;
- Énergie de position de l'eau quittant le barrage : 1 270 MJ ;
- Énergie cinétique de l'eau quittant le barrage : 60 MJ.

Les différentes formules retenues pour calculer l'énergie en fonction de sa forme permettent de constater que l'énergie totale se conserve. Cette conservation est nécessaire pour pouvoir étudier les interactions et influences entre systèmes. On s'aperçoit alors que tout convertisseur transforme une partie au moins de l'énergie qu'il reçoit sous forme thermique.

Doc. 3 La quantité totale d'énergie est constante.

**Pour réussir cette activité**

- ✓ J'ai recoupé une information dans des documents différents.
- ✓ J'ai utilisé la conservation de l'énergie totale pour calculer une énergie.
- ✓ J'ai modélisé un dispositif par une chaîne énergétique.

Exploration et analyse des documents

1. Doc. 1 et 3 Quelle information donnée dans le texte est confirmée par les diagrammes ? Justifie ta réponse.
2. Doc. 2 Trace le schéma de la chaîne d'énergie de la centrale Hoover.
3. Doc. 2 Utilise la conservation de l'énergie et les données de la centrale Hoover pour calculer l'énergie thermique qu'elle transfère chaque seconde à l'environnement.

Synthèse

4. Complète ta chaîne énergétique avec les valeurs numériques des différents transferts et conversions d'énergie qui ont lieu chaque seconde.

Vocabulaire

**Le réseau électrique :** ensemble des installations d'EDF et des appareils électriques qui y sont raccordés.

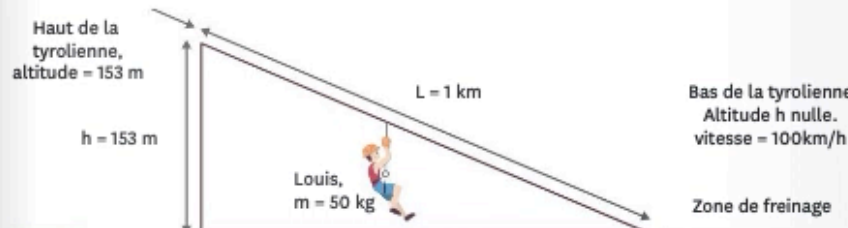
### 4 S'amuser pour faire le plein d'énergie !



Louis et Selma vont passer la journée dans un parc d'attraction. Après avoir descendu une tyrolienne géante de 1 km de long, Louis s'exclame : « C'est trop puissant ! J'ai fait le plein d'énergie ! » Selma lui répond : « Tu en avais bien plus en haut de la tyrolienne ! »

MISSION

L'énergie s'est-elle conservée au cours du mouvement de Louis sur la tyrolienne ? Réponds en t'appuyant sur des calculs et en citant les transformations d'énergie effectuées lors de ce mouvement.



Doc. 1 La tyrolienne.

Le matériel utilisé doit être vérifié régulièrement. Corde et poulies sont équipées de capteurs afin de mesurer la tension du câble et l'élévation de la température de la poulie en fonction de la vitesse.

Doc. 2 Normes de sécurité pour la maintenance d'une tyrolienne.

Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai relevé les grandeurs nécessaires pour connaître l'énergie de Louis au départ et à l'arrivée de la tyrolienne.
- ✓ J'ai calculé l'énergie de Louis au départ et à l'arrivée de la tyrolienne.
- ✓ J'ai répondu à la question : l'énergie se conserve-t-elle ?
- ✓ J'ai identifié les transformations d'énergie qui s'effectuent au cours du mouvement.

- $E_p = m \times g \times h$
- $E_p$  = énergie de position en J
- $m$  = masse en kg
- $g = 10 \text{ N/kg}$  (valeur arrondie de l'intensité de la pesanteur)
- $h$  = altitude en m

$$E_p = m \times g \times h$$

Énergie de position (Joule)    Masse (kg)    Intensité de la pesanteur ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )    Altitude

Doc. 3 Énergie de position.

L'énergie de position d'un système est liée à son altitude.

# BILAN

■ COMPÉTENCE Travailler en autonomie

## 1 La formule de l'énergie cinétique

- L'énergie qu'un système possède du fait de son mouvement s'appelle **l'énergie cinétique**.
- Elle est proportionnelle à la masse du système ainsi qu'au carré de sa vitesse.
- Doubler la vitesse d'un système fait quadrupler son énergie cinétique.
- L'énergie cinétique  $E_c$  (en J) d'un système se déplaçant à la vitesse  $v$  (en m/s) et de masse  $m$  (en kg) est donnée par la relation ci-contre.

**L'essentiel !**

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

↑ énergie cinétique (en J)    ↑ masse (en kg)    ↑ vitesse (en m/s)

## 2 Conversion de l'énergie de position en énergie cinétique

- **L'énergie de position** d'un système est liée à son altitude.
- Un système en chute libre perd de l'altitude et gagne de la vitesse. L'énergie de position du système est ainsi convertie en énergie cinétique.
- L'altitude et la vitesse d'un système permettent de lui associer une « énergie mécanique », somme de son énergie de position et de son énergie cinétique. Cette énergie est constante dans le cas d'une chute libre.

L'énergie mécanique d'un système en chute libre reste constante : son énergie de position est convertie en énergie cinétique.

## 3 La conservation de l'énergie

- L'énergie est une valeur que l'on associe aux objets en fonction de leurs paramètres physiques. Elle permet de déterminer les évolutions possibles lors des interactions entre objets.
- On observe que seules les évolutions qui ne font pas changer l'énergie totale sont possibles. On appelle cela la conservation de l'énergie.
- Un convertisseur d'énergie permet le transfert d'énergie d'un réservoir à un autre quand les grandeurs physiques impliquées sont différentes.

Énergie totale au départ    Énergie totale pendant la descente



Énergie potentielle  
Énergie thermique  
Énergie cinétique

## 4 Énergie et langage quotidien

- Au cours de la plupart des transferts, et de toutes les conversions d'énergie, l'environnement reçoit un transfert d'énergie thermique.
- Cela signifie que dans tout processus, une partie de l'énergie du réservoir initial est convertie sous une forme inutilisable. C'est pour cette raison que l'on parle de « pertes ».
- En Physique cependant, « produire » ou « consommer » de l'énergie n'a pas de sens. L'énergie est soit transférée, soit convertie, soit stockée.

Dans la vie quotidienne, les « pertes » d'énergie correspondent le plus souvent à un transfert d'énergie thermique non souhaité.

### Mots-clés

L'énergie cinétique : activité 1 et 2.

L'énergie de position : activité 2.

## Je modélise

### L'énergie peut-elle disparaître ?

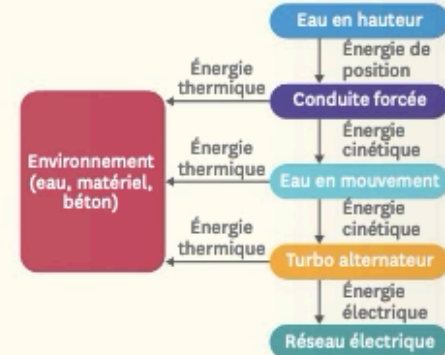
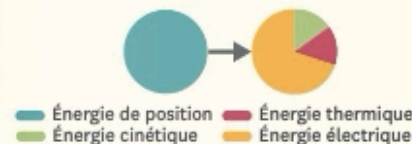


Quand mon téléphone portable est déchargé, toute l'énergie stockée dans sa batterie a disparu.

Tu es sûre ? Regarde les expériences.



### Que disent les Scientifiques ?



L'expérience nous dit que :

**L'énergie totale se conserve. Lorsqu'un système utilise de l'énergie, celle-ci est seulement transférée ou convertie.**

### Ce que je dois savoir faire

- ✓ Utiliser la relation entre l'énergie cinétique, la masse et la vitesse.
- ✓ Interpréter la transformation d'énergie de position en énergie cinétique au cours d'une chute libre.
- ✓ Utiliser le vocabulaire correct lié à la conservation de l'énergie.
- ✓ Représenter un convertisseur d'énergie par une chaîne énergétique.
- ✓ Utiliser ou vérifier le principe de la conservation de l'énergie.

### Activités

1 4  
2  
3  
3  
4

### Exercices

8 13 16 23  
11  
12 15  
12 25 27  
11 18 19 28

## Je me TESTE

## Je sais

1 L'expression correcte de l'énergie cinétique est :

$$1. E_c = m \times v^2 \quad 3. E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$2. E_c = \frac{1}{2} \times m \times v \quad 4. E_c = \frac{1}{2} \times v^2$$

2 Le principe de conservation de l'énergie énonce que :

1. l'énergie peut être perdue.
2. l'énergie peut être créée.
3. l'énergie ne se conserve pas.
4. l'énergie se conserve.

3 À relier.

1. Relie chaque mot à la phrase qui le décrit.
 

Transfert	•	•	L'énergie ne disparaît, ni n'apparaît.
Conservation	•	•	L'énergie peut changer de forme.
Conversion	•	•	L'énergie peut être transmise d'un système à un autre.

## Je sais faire

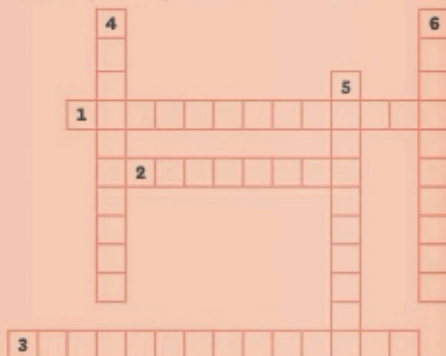
5 Une chaîne énergétique doit contenir au minimum :

1. un convertisseur.
2. un réservoir.
3. deux convertisseurs.
4. deux réservoirs.

6 Associe chaque élément de la chaîne énergétique à sa représentation.

- |               |   |   |           |
|---------------|---|---|-----------|
| Réservoir     | • | • | Flèche    |
| Transfert     | • | • | Rectangle |
| Convertisseur | • | • | Ellipse   |

4 Complète la grille de mots-croisés.



Horizontal :

1. L'énergie ne disparaît ni n'apparaît : on appelle ce principe la ... de l'énergie.
2. Grandeur physique qui se conserve toujours au cours d'une transformation.
3. Dispositif permettant de transformer une énergie en une autre.

Vertical :

4. Énergie contenue dans le noyau de l'atome.
5. Énergie liée à l'agitation microscopique des atomes ou molécules.
6. Énergie liée au mouvement.

7 La conservation de l'énergie signifie :

1. que toutes les énergies sont transférées en des quantités identiques.
2. que l'énergie transférée vers un convertisseur est égale à la somme des énergies transférées depuis ce convertisseur.
3. que l'énergie transférée depuis le réservoir initial de la chaîne est égale à la somme des énergies transférées vers le(s) réservoir(s) en fin de chaîne.

## Exercice CORRIGÉ

■ COMPÉTENCE Interpréter des résultats

8 En trottinette.

Sylvain se rend au collège tous les matins en trottinette. Pour pouvoir avancer, il utilise de l'énergie chimique stockée par son corps sous forme de sucres et de dioxygène. Lorsqu'il s'élance, cette énergie est d'une part utilisée pour prendre de la vitesse et d'autre part convertie sous forme d'énergie thermique. Sylvain pèse 45 kg et atteint la vitesse de 12 km/h.

1. Réalise la chaîne énergétique de Sylvain lorsqu'il s'élance en trottinette.
2. Calcule son énergie cinétique lorsqu'il avance à 12 km/h.

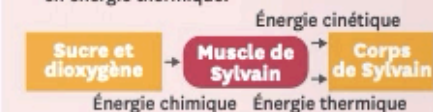


## Étapes de la méthode

- 1 Identifier les différentes formes d'énergie (énergie cinétique, de position, électrique, chimique, thermique, lumineuse, etc.). Identifie les réservoirs d'énergie (noyaux, batterie, corps humain, espèces chimiques, etc.).
- 2 Observer l'ordre dans lequel les énergies sont abordées. Cet ordre permet de comprendre comment se fait la conversion d'énergie.
- 3 Pour utiliser l'expression de l'énergie cinétique, vérifier qu'on dispose des bonnes données dans les bonnes unités (J, kg, m/s). Si ce n'est pas le cas, il faut convertir dans ces unités-là.
- 4 Effectuer le calcul numérique en remplaçant chaque grandeur par sa valeur.

Corrigé :

1. Sylvain convertit de l'énergie chimique présente initialement dans les sucres en énergie cinétique pour se mettre en mouvement. Une partie de cette énergie est transformée en énergie thermique.



2. L'énergie cinétique de Sylvain est :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 45 \times \left( \frac{12 \times 1000}{1 \times 60 \times 60} \right)^2$$

$$E_c = 250 \text{ J}$$

## Exercice similaire

9 En camion.

Un camion se déplace à 100 km/h. Il pèse cinq tonnes. En freinant, ses plaquettes de frein s'échauffent et il finit par s'arrêter.

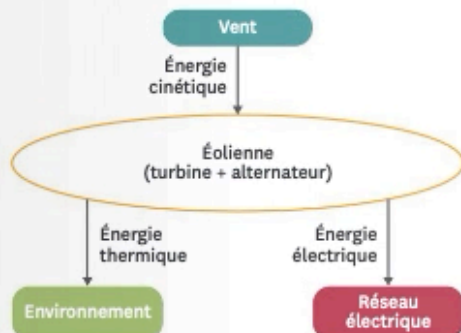
1. Représente la chaîne énergétique des plaquettes de frein.
2. Calcule l'énergie cinétique que possède le camion initialement.



## Je m'ENTRAÎNE

## 10 L'énergie éolienne.

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques



À l'aide de la chaîne énergétique d'une éolienne, réponds aux questions suivantes :

1. Quelle énergie souhaite-t-on obtenir avec une éolienne ?
2. Quelle est l'énergie initiale dans la chaîne énergétique ?
3. Nomme le convertisseur présent dans cette chaîne.
4. Pour quelle raison utilise-t-on les éoliennes ?
5. Toute l'énergie du réservoir initiale est-elle convertie par l'éolienne ? Justifie ta réponse.

## 11 Lancer de ballon.

Laura lance un ballon de rugby verticalement vers le haut. Elle observe alors le mouvement de ce ballon. Dans un premier temps, il s'élève en perdant de la vitesse. À son altitude maximum, sa vitesse s'annule un instant, puis il redescend avec de plus en plus de vitesse.

1. Dans la première phase du mouvement, justifie la variation d'énergie cinétique du ballon.
2. Dans la première phase du mouvement, justifie la variation d'énergie de position du ballon.
3. Dans la seconde phase du mouvement, justifie la variation d'énergie cinétique du ballon.
4. Dans la seconde phase du mouvement, justifie la variation d'énergie de position du ballon.
5. Dans quelle(s) partie(s) du mouvement l'énergie du ballon se conserve-t-elle ?

## 12 Freinage d'une roue de vélo.

Réalise cette expérience chez toi : retourne ton vélo et fais tourner la roue de devant. Appuie progressivement sur le frein avant.

1. Observe le mouvement de la roue. Comment varie la vitesse de celle-ci lorsque tu appuies sur le frein ?
2. Quelle est l'énergie mise en jeu lors du mouvement de la roue ?
3. Lorsque la roue est arrêtée, touche la partie du frein située à côté de la roue. Qu'observes-tu concernant sa température ?
4. Réalise une chaîne énergétique contenant les éléments suivants : frein, roue, environnement.

## 13 Course dans la savane.

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Dans la savane, une lionne rattrape un gnou. Ils se déplacent tous les deux à 80 km/h.

Données : • masse d'une lionne :  $m_{\text{lionne}} = 130 \text{ kg}$   
• masse d'un gnou :  $m_{\text{gnou}} = 250 \text{ kg}$

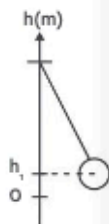
1. Calcule l'énergie cinétique de la lionne.
2. Calcule l'énergie cinétique du gnou.
3. Lequel des deux animaux doit convertir le plus d'énergie pour atteindre 80 km/h ? Justifie ta réponse à l'aide des énergies cinétiques calculées précédemment.

## 14 Le pendule.

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

Un pendule est un système composé d'une bille suspendue au bout d'une corde qui peut se balancer. On écarte la bille de sa position d'équilibre puis on la lâche. Le pendule se met en mouvement.

1. Décris les formes d'énergie que possède la bille ainsi que les conversions mises en jeu lors du mouvement.
2. Comment expliquer qu'au bout d'un certain temps, il n'y ait plus de balancement ?



## 15 Le chargeur de téléphone.

Pour recharger son téléphone, Djibril branche son chargeur au secteur et alimente la batterie du téléphone. Il constate un échauffement après quelques heures.

1. Quelle forme d'énergie permet de convertir le chargeur de téléphone ?
2. Dans quel réservoir se trouve l'énergie chimique du téléphone ?
3. Quelle forme d'énergie est responsable de l'échauffement du chargeur ?
4. Dans quel réservoir sera stockée cette énergie-là ?

## 16 Sur mon skate !

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

Paolo se déplace sur son skate en ligne droite à une vitesse de 10 km/h. Il pèse 75 kg.

1. Détermine l'énergie cinétique que possède Paolo lorsqu'il est en mouvement.

Retrouve d'autres exercices sur [www.livrescolaire.fr](http://www.livrescolaire.fr)

## Une NOTION, trois EXERCICES

## 17 Utiliser la conservation de l'énergie.

## Une montagne russe

Timéo observe une montagne russe. Grâce à son smartphone, il détermine que la vitesse du train en bas d'une descente est de 28 m/s. Chaque train avec ses passagers pèse 4 000 000 g. Timéo constate qu'en remontant, la vitesse du train diminue progressivement et que celui-ci termine à l'arrêt lorsqu'il a fini de remonter.

1. Quelle énergie est associée au mouvement du train en bas de la descente ?
2. Quelle est la forme d'énergie, liée à l'altitude, que possède le train à la fin de son ascension ?
3. Rappelle l'expression de l'énergie cinétique d'un objet en mouvement avec les unités.
4. Convertis la masse du train et de ses passagers en kg.
5. Calcule l'énergie cinétique du train et de ses passagers en bas de la descente.
6. Décris l'évolution de l'énergie cinétique du train lors de sa remontée. Que devient cette énergie ?
7. Dédus-en la valeur de l'énergie de position lorsque le train a fini de remonter.

## Du saut à l'élastique

Marty va faire du saut à l'élastique et se filme en train de réaliser son saut. Il détermine qu'il atteint une vitesse de 14 m/s juste avant que l'élastique ne soit tendu. Marty pèse 75 000 g.

1. Donne la forme d'énergie que possède Marty au moment de sauter.
2. Donne l'évolution de cette énergie au fur et à mesure du saut. Que devient-elle ?
3. Convertis la masse de Marty en kg.
4. Calcule l'énergie cinétique de Marty lorsqu'il atteint la vitesse de 14 m/s.

## Le lance-balles de tennis

Pour améliorer son coup droit, Norah utilise un lance-balles qui lui envoie des balles de tennis à une vitesse de 5 m/s. Chaque balle pèse 58,5 g. Pour tester l'appareil, Norah tire les balles verticalement. Elle observe également que la vitesse des balles diminue lorsqu'elles gagnent de l'altitude. On considère que l'énergie de position de la balle est nulle au moment où la balle sort du lance-balles.

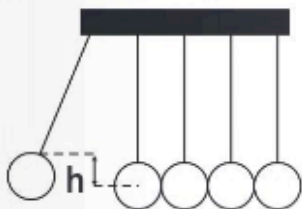
1. Calcule l'énergie cinétique de la balle de tennis lorsqu'elle sort du lanceur.
2. Décris l'évolution de l'énergie cinétique de la balle lors de sa montée. Que devient cette énergie ?
3. Calcule, en détaillant ton raisonnement, la valeur de l'énergie de position de la balle lorsqu'elle atteint son altitude maximale.

## J' APPROFONDIS



## 18 Pendule de Newton.

Le pendule de Newton est composé de cinq billes suspendues par des fils. Lorsqu'on écarte la 1<sup>re</sup> bille de la position d'équilibre et qu'on la lâche, elle perd de l'altitude et vient frapper la 2<sup>e</sup> bille. Son énergie cinétique est transférée jusqu'à la dernière bille et la met en mouvement. Chaque bille a une masse de 100 g.



1. La perte d'altitude de la 1<sup>re</sup> bille pour une hauteur  $h$  de 5 cm correspond à une énergie de position de 0,49 J. En quelle énergie l'énergie de position de la bille est-elle convertie ?
2. À l'aide du principe de conservation de l'énergie, donne la valeur de l'énergie cinétique de la 1<sup>re</sup> bille lorsqu'elle atteint le même niveau que les autres.
3. Calcule alors la vitesse de la 1<sup>re</sup> bille lorsqu'elle touche la 2<sup>e</sup>.
4. L'énergie cinétique de la 1<sup>re</sup> bille est intégralement transmise à la 5<sup>e</sup> bille. À quelle vitesse la 5<sup>e</sup> bille quitte-t-elle la 4<sup>e</sup> ? Justifie ta réponse.
5. La vitesse de la 5<sup>e</sup> bille deviendra-t-elle nulle, et si oui, à quelle altitude ? Justifie ta réponse.
6. Décris la suite de l'évolution du pendule de Newton.

## 19 Ampoules fluocompactes.

Pour remplacer les lampes à incandescence gourmandes en énergie, les fabricants de luminaires ont conçu les lampes fluocompactes. Pour une ampoule de 40 W fonctionnant pendant 1 seconde, l'énergie se répartit en : 6 J pour alimenter les électrodes à l'intérieur de la lampe, 19 J en énergie lumineuse visible et le reste en énergie thermique.

1. Calcule l'énergie électrique fournie à l'ampoule fluocompacte pendant 1 seconde.
2. À l'aide de la conservation de l'énergie, déduis la quantité d'énergie thermique convertie par la lampe.

## 20 Expression de l'énergie de position.

L'énergie de position est également appelée énergie potentielle de pesanteur. Son expression est donnée par la relation :  $E_p = m \times g \times h$  en N, avec  $g = 9,8$  N/kg,  $m$  en kg et  $h$  en m.

1. À l'aide de son expression, donne les paramètres dont dépend l'énergie potentielle de pesanteur.
2. Calcule l'énergie potentielle de pesanteur dans les cas suivants :
  - a. un corps de 1 kg à 1 m d'altitude.
  - b. un corps de 1 kg à 10 m d'altitude.
  - c. un corps de 20 kg à 1 m d'altitude.
  - d. un corps de 20 kg à 10 m d'altitude.

## 21 Définition du joule.

Un joule représente l'énergie de position perdue par une masse de 100 g qui tombe d'un mètre. On fait tomber une bille de 100 g qui possède initialement une énergie totale de 10 J.

1. Calcule l'énergie de position, cinétique et totale de la bille après 1 m, 2 m, 5 m et 10 m.
2. Trace le graphique des énergies de position, cinétique et totale en fonction de l'altitude de la bille.
3. Calcule la vitesse atteinte par la bille lorsqu'elle touche le sol.

## 22 Footing du dimanche.

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

En faisant son footing, Claire, qui a une masse de 50 kg, regarde sa vitesse sur une application de son smartphone. L'application indique 13 km/h.

1. Convertis la vitesse de Claire en m/s.
2. Calcule l'énergie cinétique que possède Claire lors de son footing.
3. Parfois, Claire ajoute à chaque cheville un bracelet lesté de 1 kg. Calcule la nouvelle masse de Claire ainsi que sa nouvelle énergie cinétique.
4. À quelle vitesse devrait courir Claire pour avoir la même énergie sans bracelets lestés aux chevilles ?



Retrouve d'autres exercices sur [www.levivrescolaire.fr](http://www.levivrescolaire.fr)

## 23 Énergie cinétique et chute d'un immeuble.

En ville, la vitesse est limitée à 50 km/h. Une des campagnes de sensibilisation de la sécurité routière disait : « Un choc à 50 km/h équivaut à une chute d'un immeuble de quatre étages. »

1. Convertis 50 km/h en m/s.
2. Calcule l'énergie cinétique d'un adolescent de 50 kg qui se déplacerait à 50 km/h.
3. À l'aide de l'expression de l'énergie de position p. 177, calcule la hauteur d'une chute dont l'énergie de position a la même valeur que l'énergie cinétique calculée précédemment.
4. Sachant qu'un étage d'immeuble fait 2,50 m, calcule le nombre d'étages correspondant à la chute.

## 24 Énergie en fonction de la vitesse au carré.

À l'aide d'un capteur, on enregistre la vitesse et l'énergie cinétique de l'ensemble « un scooter et son conducteur ». On obtient 3 mesures :

- à 30 km/h,  $E_c = 5,85$  kJ ;
- à 50 km/h,  $E_c = 16,55$  kJ ;
- à 90 km/h,  $E_c = 52,65$  kJ.

1. Convertis chacune des vitesses en m/s.
2. Élève au carré les vitesses de la question 1.
3. Convertis les énergies cinétiques en J.
4. Quel coefficient de proportionnalité relie l'énergie cinétique et le carré de la vitesse ?
5. Détermine la masse du conducteur et de son scooter.

## 25 Gobelets autochauffants.

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

Il existe dans le commerce des gobelets autochauffants qui permettent de réchauffer des boissons sans besoin de réchaud. Dans un compartiment sous le gobelet, il y a deux espèces chimiques séparées par un film : de l'hydroxyde de calcium d'un côté et de l'eau de l'autre. En rompant ce film, la réaction thermique les deux espèces chimiques génère de l'énergie thermique qui permet de chauffer le gobelet et la boisson.

1. Représente la chaîne énergétique du gobelet autochauffant.

## 26 La photosynthèse.

La conservation de l'énergie s'opère également dans le monde du vivant. Les plantes réalisent la photosynthèse. La photosynthèse permet à la plante de convertir l'énergie lumineuse du Soleil en formant du glucose et du dioxygène. Ces deux substances constituent un réservoir d'énergie chimique qui est stocké dans les cellules et dans l'environnement. Cette conversion s'accompagne d'une augmentation de la température des feuilles de la plante.

1. À l'aide du texte, représente la chaîne énergétique du processus de photosynthèse.
2. Utilise tes connaissances sur le développement des végétaux pour associer aux différents processus biologiques d'un arbre les conversions et transferts d'énergie qui leur correspondent.

## Je résous un PROBLÈME

■ **COMPÉTENCE** Interpréter des résultats

En attendant les voitures 100 % électrique, les véhicules hybrides sont aujourd'hui parmi les moins gourmands en énergie.

À l'aide des documents, représente la chaîne énergétique complète du moteur hybride de voiture.

Aujourd'hui, les voitures hybrides associent un fonctionnement thermique et un fonctionnement électrique. Dans les voitures hybrides, une partie de cette énergie thermique est convertie par une commande électrique en énergie chimique stockée dans une batterie. Cette batterie pourra ensuite assister le moteur thermique dans certains cas.

Doc. 1 Les moteurs hybrides.

Dans une voiture classique, l'énergie thermique disponible lors de la combustion du carburant avec le dioxygène est transformée en énergie mécanique par le moteur thermique pour faire avancer la voiture.

Doc. 2 Conversion d'énergie dans un moteur thermique de voiture.

## 27 Énergie dans les muscles.

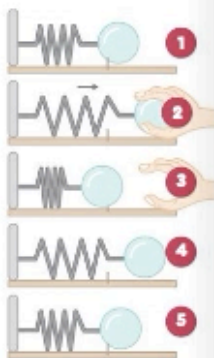
Au sein des muscles de notre corps, environ 20 % de l'énergie chimique qu'apporte le sang est convertie en énergie mécanique et 80 % en énergie thermique.

1. Représente la chaîne énergétique d'un muscle.
2. Pour une énergie chimique de 150 kJ, calcule la valeur de l'énergie mécanique et de l'énergie thermique transformées.

## 28 Expérience avec un ressort.

Lise et Fatoumata réalisent le dispositif suivant : elles fixent l'une des extrémités d'un ressort sur une table et elles accrochent à l'autre extrémité une bille (image 1). Elles étirent le ressort en tirant sur la bille (image 2). Elle possède alors une autre forme d'énergie appelée énergie potentielle élastique. Elles lâchent ensuite cette bille qui se met en mouvement et revient finalement à l'arrêt à la position initiale après plusieurs mouvements de va-et-vient (images 3, 4 et 5).

1. En tirant dessus, quelle type d'énergie possède la bille au départ ?
2. Juste après le lâcher de la bille, en quelle énergie se transforme une partie de l'énergie potentielle élastique de la bille ?
3. Lorsque la bille ralentit puis s'arrête, quelle forme d'énergie diminue ?
4. À la fin du mouvement, la bille ne possède plus d'énergie potentielle élastique, ni d'énergie cinétique. En quelle autre forme d'énergie se sont-elles transformées ?
5. Rappelle ce que signifie la conservation de l'énergie.
6. Si, au départ, la bille possédait 50 mJ d'énergie potentielle élastique, quelle valeur possède la forme d'énergie trouvée à la question 4 ?



## PARCOURS DE COMPÉTENCES

## Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Sur le parcours Paris-Lyon de 430 km, la vitesse de pointe d'un TGV peut être de 300 km/h, soit 83,3 m/s. Son énergie cinétique est alors de 1 340 MJ.

➤ Calcule la masse de ce TGV. Donnée :  $1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J}$   $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

## Niveau 1

J'effectue une application numérique posée.

**Coup de pouce :** Vérifie qu'à 50 m/s, un train de 300 tonnes possède une énergie cinétique de 375 MJ :

$$E_c = \frac{1}{2} \times 300\,000 \times 50^2.$$

## Niveau 2

J'utilise une formule donnée en remplaçant les variables par leurs valeurs.

**Coup de pouce :** Vérifie qu'à 75 m/s, son énergie cinétique vaut 844 MJ.

## Niveau 3

Je déplace des variables dans une égalité, en accord avec les règles d'opération.

**Coup de pouce :** Choisis la formule qui exprime la vitesse du TGV :  $v = \frac{1}{2} \times m \times E^2$

$$\text{ou } v = \sqrt{2 \times \frac{E_c}{m}} \text{ ou } v = \sqrt{2 \times \frac{m}{E_c}}.$$

## Niveau 4

J'isole correctement une variable dans une égalité pour obtenir son expression en fonction des autres variables.

**Coup de pouce :** En partant de la relation de l'énergie cinétique, exprime  $m$  en fonction de  $v$  et  $E_c$ .

## Distinguer une croyance ou une idée d'un savoir scientifique

## Je sais faire si :

- ✓ Je sais que la science a besoin de preuves expérimentales et théoriques.
- ✓ Je garde un esprit critique vis-à-vis de ce que je peux lire ou entendre, c'est-à-dire que je ne crois pas que tout ce qui est écrit ou formulé est forcément vrai.
- ✓ Je vérifie les informations sur différents supports fiables : dictionnaires, encyclopédies, sites internet officiels (gouvernement, cnrs, éducation, etc.).
- ✓ Je recherche également les preuves expérimentales et théoriques sur des supports fiables.

Dans la vie quotidienne, les abus de langage concernant certains domaines scientifiques sont nombreux. Cela peut participer au développement de croyances, en particulier dans le cas de l'énergie. On imagine trop souvent celle-ci comme quelque chose que l'on produit et que l'on consomme alors qu'il n'est possible ni de la fabriquer, ni de la faire disparaître. Des mesures précises montrent que chaque fois que l'énergie d'un système augmente ou diminue, un autre système connaît l'évolution inverse. La forme d'énergie impliquée peut être différente.

Dans cet exemple en particulier, et dans la méthode de travail des scientifiques en général, la vérification expérimentale est le premier critère utilisé pour accréditer une théorie. Le savoir scientifique doit être soutenu par des faits observables et, chaque fois que possible, mesurables.

Doc. 1 Croyances et vocabulaire erroné.

## Un exercice pour S'ENTRAÎNER

## Aide à la résolution

## Plume et plomb.

Baptiste lâche une bille de plomb de masse 100 g à 1,5 m de hauteur. À l'aide d'une chronophotographie, il mesure sa vitesse lorsqu'elle se trouve à 50 cm du sol et obtient environ 4,47 m/s.

Pour comprendre ce qu'il se passe, Baptiste réfléchit : « Au départ, la bille n'a pas de vitesse et donc pas d'énergie. Puis, lorsqu'elle se met en mouvement, elle acquiert de la vitesse et donc de l'énergie cinétique.

À 50 cm, on peut la calculer :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 0,1 \times 4,47^2 = 1 \text{ J.}$$

La bille continue de descendre, son énergie augmente, jusqu'à ce qu'elle touche le sol et retombe à une énergie nulle. »

Adrien lui demande : « Mais où est partie l'énergie ? Et d'où vient-elle ? »

Baptiste répond : « Elle vient de la vitesse et disparaît quand la bille s'arrête. »

1. Rappelle la raison pour laquelle un objet se met en mouvement, et déduis-en la cause de la chute de la bille.
2. Demande-toi si l'énergie initiale de la bille est vraiment nulle et quelle(s) autre(s) forme(s) d'énergie tu peux envisager.
3. Il faut bien distinguer les différentes affirmations de Baptiste. Certaines sont vraies et d'autres sont fausses.
4. Quel principe de la Physique concernant l'énergie peux-tu rappeler à Baptiste pour améliorer son explication ?
5. Quand la bille s'est arrêtée, où est partie son énergie ?

## Questions

1. Baptiste a-t-il raison ?
2. Peux-tu aider Adrien à trouver des arguments contradictoires ?



## Histoire des sciences

### La conservation de l'énergie

L'énergie est une notion abstraite, inventée tardivement (vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle) par des mathématiciens.

L'invention de l'énergie part de plusieurs constats :

- Selon Lagrange, la somme de deux termes (énergie cinétique et énergie potentielle) est constante dans certaines expériences de mécanique.
- Lorsque ce n'est pas le cas, il se passe quelque chose d'autre, généralement un échauffement.

C'est ainsi que la notion d'énergie apparaît comme une grandeur qui se conserve dans tous les phénomènes. Depuis, aucun système n'a violé cette propriété. L'énergie peut changer de forme, mais elle est toujours conservée !



Joseph-Louis Lagrange (1736 - 1813).

### Questions

1. Quelles formes d'énergie connais-tu ?
2. Cherche des objets de la vie courante qui convertissent l'énergie d'une forme à une autre.

Doc. 1 Lagrange et l'élaboration du concept d'énergie.

## Objet d'étude

### Un feu d'artifice plein d'énergies !

Du tir jusqu'à l'explosion, l'énergie est présente sous de multiples formes dans un feu d'artifice.

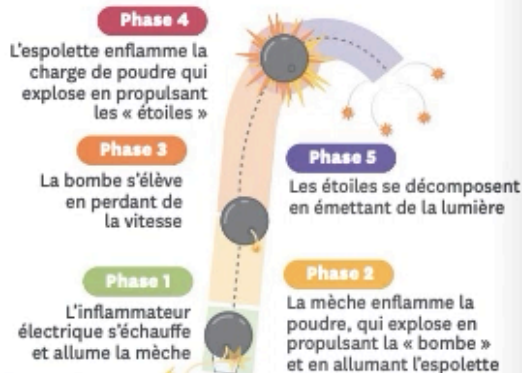
Au moment du tir, une première déflagration permet d'éjecter la bombe. Elle allume une mèche qui se consume lentement pendant que la bombe monte dans le ciel. Au bout de cinq à sept secondes, cette mèche fait exploser la charge placée au centre du projectile et met le feu aux étoiles qui se dispersent dans le ciel.

« Feux d'artifice, cirques, parcs d'attractions », *Le monde de Jamy*, France 3, 2016.

Doc. 1 Lancement d'un feu d'artifice.

### Questions

1. Es-tu capable de reconnaître les conversions d'énergie qui ont lieu à chacune des quatre phases du lancement de la « bombe » ?



Doc. 2 Principe du lancement d'un feu d'artifice

Retrouve la suite sur [www.lelivrescolaire.fr](http://www.lelivrescolaire.fr)



## La Physique-Chimie au quotidien

### Des chutes dans le sable pour étudier l'énergie cinétique !



Doc. 1 Déformation du sable suite à la chute d'une balle de golf.

### Le saviez-vous ?

- La balle de golf et celle de tennis de table tombent à la même vitesse.
- Sur les voies de détresse des autoroutes, c'est aussi un bac à sable qui est utilisé pour freiner les véhicules.

### Étapes de la fabrication :

- Place du sable au fond du récipient transparent. Assure-toi que la surface du sable est bien horizontale. Tu peux secouer doucement pour ajuster.
- Réalise la chute A, puis la B puis enfin la C. Observe à chaque fois le cratère formé par la balle : si possible, mesure-le ! N'oublie pas de remettre le sable bien horizontal entre chaque chute.

### Des questions à se poser :

1. Qu'est-ce qui nous permet ici de comparer les énergies cinétiques des balles lors des chutes A, B ou C ?
2. Lors de quelle chute la balle avait-elle le plus d'énergie cinétique juste avant l'impact ?
3. En comparant les trois chutes, peux-tu retrouver les paramètres dont dépend l'énergie cinétique d'un objet ?



Doc. 2 Les trois chutes à réaliser.

### Matériel

- Une balle de golf (masse de la balle : 15 g environ).
- Une balle de tennis de table (masse de la balle : 3 g environ).
- Du sable.
- Un récipient transparent.
- Une règle de 20 cm.

### Explication scientifique

Ici, c'est la déformation de la surface du sable qui nous permet de comparer les énergies cinétiques qu'avaient les 3 balles.

- En comparant A et B, tu peux dire que l'énergie cinétique dépend de la masse de l'objet. Plus la masse est grande, plus l'énergie cinétique est importante.
- En comparant A et C, on peut aussi retrouver qu'elle dépend de la vitesse de l'objet ! Plus la vitesse est élevée, plus le cratère est gros : l'énergie cinétique augmente avec la vitesse.

Ces deux observations sont bien traduites par la formule de l'énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ . On fait apparaître que l'énergie cinétique dépend de la masse et de la vitesse.