

Activité d'introduction : l'énergie dans la vie courante et en physique...

Vous avez dit énergie ?

1) Quatre mots que vous associez à l'énergie. Si on vous dit énergie, vous dites (citez 4 mots) :

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

2) Quatre types d'énergie que vous connaissez :

énergie / énergie / énergie / énergie

3) Donner une note de 0 à 5 aux propriétés suivantes : 0 si la propriété ne caractérise pas du tout l'énergie, 5 si la propriété la caractérise parfaitement.

| L'énergie : | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Ça permet d'agir | | | | | | |
| 2. C'est produit par les êtres humains | | | | | | |
| 3. Ça se déplace facilement | | | | | | |
| 4. Ça peut se transformer | | | | | | |
| 5. Ça ne disparaît jamais | | | | | | |
| 6. On peut la mettre dans un récipient | | | | | | |
| 7. Il y a des objets qui en contiennent | | | | | | |
| 8. Ça se consomme | | | | | | |
| 9. C'est de plus en plus rare | | | | | | |
| 10. Ça ne se voit pas | | | | | | |
| 11. C'est une grandeur physique | | | | | | |
| 12. C'est indispensable pour la croissance économique | | | | | | |

4) Les « objets » ci-dessous contiennent-ils de l'énergie ? Notez de 0 à 5 selon votre jugement.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| La batterie d'une automobile | | | | | | |
| Une éolienne | | | | | | |
| Une centrale nucléaire | | | | | | |
| Le soleil | | | | | | |
| Une planète quelconque | | | | | | |
| Un objet suspendu à un fil | | | | | | |
| Un objet qui se déplace | | | | | | |
| Un four micro-onde à l'arrêt | | | | | | |
| Un moteur électrique | | | | | | |
| Une voiture | | | | | | |

5) Les objets ci-dessous utilisent-ils de l'énergie ? Notez de 0 à 5 selon votre jugement.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Un radiateur électrique | | | | | | |
| Un moteur à essence | | | | | | |
| Un néon | | | | | | |
| Une montgolfière | | | | | | |
| Un planeur | | | | | | |
| Une pile électrique | | | | | | |
| Un four micro-onde | | | | | | |
| Une éolienne | | | | | | |

Commentaires

Objectif de l'activité : expliciter que le concept d'énergie est largement utilisé aussi bien dans la vie courante qu'en physique mais avec des significations et des caractéristiques différentes.

Cette activité peut sembler secondaire ou déstabilisante. Pourtant, elle motive les élèves et leur permet de se poser des questions. C'est une introduction qui leur permet de se positionner.

Le professeur ne corrige pas l'activité mais prend soin de collecter les réponses en mettant juste en évidence les points de consensus et les items qui divisent nettement la classe.

Le professeur aura intérêt à faire allusion plusieurs fois dans la suite de la séquence à certaines réponses ou certains items.

Certaines propositions sont présentes pour mettre en évidence que, selon qu'on se place dans le contexte scientifique (ce que ne manquent jamais de faire certains élèves) ou dans le contexte quotidien, les réponses ne sont pas du tout les mêmes. Il nous paraît essentiel de faire sentir ces nuances dès le début de la séquence car elles doivent constituer un enjeu d'apprentissage et devront donc être explicitement prises en charge. Il serait dommage et contre-productif de nier les significations et les caractéristiques courantes de l'énergie, en niant qu'elles peuvent être différentes de celles qu'elle reçoit en physique.

En physique, l'énergie est d'abord définie par ses propriétés. C'est la raison pour laquelle les caractéristiques de l'énergie sont d'abord sondées. Certaines items permettent de discriminer nettement l'usage courant de l'usage scientifique (dans la vie courante, l'énergie se consomme, est produite par les êtres humains ou disparaît).

Les questions sur les objets qui contiennent ou utilisent de l'énergie permet, en plus de distinguer contexte scientifique et contexte courant, d'aborder le problème de la fonction des objets vis-à-vis de l'énergie (on dira plus tard stocker ou transférer...).

Chapitre 1. Modèle de l'énergie, conservation de l'énergie.

Compétences du programme travaillées :

- Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre
- Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours du mouvement.

Le modèle figure en fin de document.

LEXIQUE : énergie, cinétique, potentielle, conservation, forme d'énergie, transformation

Commentaires sur l'ensemble du chapitre :

Ce chapitre est relativement difficile à mettre en œuvre du fait d'un nombre important, pour des élèves de 1^{ères} S, de techniques et de calculs. Ceci risque de faire perdre de vue la compréhension des concepts en jeu. Comme y invite le programme, nous commençons cette partie sur l'énergie par des analyses de situations de chute dans le champ de pesanteur. Les concepts d'énergie cinétique et potentielle sont ainsi introduits dès la première activité, en guise de révision de ce qui a été vu au collège.

Ce choix a l'avantage de traiter d'abord des situations simples, familières des élèves, en lien avec ce qu'ils ont vu au collège. Par contre, du point de vue épistémologique, la "découverte" de la conservation de l'énergie mécanique sur une situation de chute sans frottement est très largement discutable. L'énergie potentielle est en effet un concept créé pour respecter le principe de conservation de l'énergie d'un système soumis à des forces conservatives. À ce stade ceci ne pourra pas être dit au élèves mais l'enseignant doit le garder à l'esprit pour la suite : il serait en effet très dommageable pour la suite de la séquence de faire croire qu'on peut "trouver" ou "découvrir" le principe de conservation à partir de l'analyse d'une situation matérielle. C'est en effet cette conservation qui permet de définir l'énergie ! Elle n'est pas une propriété observée à l'occasion, comme si cette propriété était une conséquence de la définition...

Activité 1 – Un balle qui chute gagne-t-elle ou perd-elle de l'énergie ?

Énergie cinétique et énergie potentielle de pesanteur

Objectif : *Se familiariser avec les grandeurs énergies cinétique et potentielle de pesanteur.*

Une personne tient une balle entre ses mains au dessus du sol. Elle lâche la balle. La vitesse de la balle ne cesse d'augmenter jusqu'à ce qu'elle atteigne le sol. On étudie ici le mouvement de la balle entre le lâcher et le moment qui précède juste l'impact sur le sol.

1. Indiquer ci-dessous comment évoluent hauteur et vitesse pendant la descente.

| | Instant initial | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|---------|-----------------|---|
| hauteur | h | |
| vitesse | 0 | |

2. Pourquoi peut-on dire, en physique, que la balle a de l'énergie avant qu'elle ne soit lâchée ?
3. Pourquoi peut-on dire, en physique, que la balle a de l'énergie lors de la descente ?

Lire le § A du modèle de l'énergie mécanique

4. À l'aide de ce modèle, remplir le tableau ci-dessous.

| | Instant initial (mettre <i>nulle</i> ou <i>maximale</i>) | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|----------------------------------|--|---|
| Énergie cinétique | | |
| Énergie potentielle de pesanteur | | |

But :

L'objectif est ici de se familiariser avec quelques formes d'énergie, dont certaines déjà vues au collège, dans le contexte de situations mécaniques simples. On cherche également à justifier en partie les adjectifs choisis pour qualifier ces énergies, puis à faire le lien avec les événements observables, en passant par les concepts de vitesse et d'altitude.

Information sur le savoir en jeu :

Cette activité n'a de sens qu'avec la suivante, qui lui est très liée. Elle joue le rôle d'activité d'introduction à partir de connaissances antérieures et pour que les termes *cinétique* et *potentielle* ait une signification partagée par l'ensemble de la classe.

Corrigé :

1.

| | Instant initial | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|---------|-----------------|---|
| hauteur | h | <i>diminue</i> |
| vitesse | 0 | <i>augmente</i> |

2. La balle a de l'énergie car, si on la lâche, elle va se mettre en mouvement. Elle a donc potentiellement de l'énergie. En fait elle a de l'énergie parce qu'elle est au dessus du sol.

3. La balle a alors de l'énergie cinétique car elle est en mouvement (vu au collège).

4.

| | Instant initial (mettre <i>nulle</i> ou <i>maximale</i>) | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|----------------------------------|--|---|
| Énergie cinétique | <i>nulle</i> | <i>augmente</i> |
| Énergie potentielle de pesanteur | <i>max</i> | <i>diminue</i> |

Activité 2 - L'énergie mécanique de la balle varie-t-elle ?

Évolution quantitative des différentes formes de l'énergie

Objectif : Calculer, à partir de vidéos de chutes, les énergies cinétique, potentielle et mécanique et interpréter leurs évolutions.

Par souci de simplicité, on choisit de considérer que l'altitude est nulle lorsque la balle touche le sol. L'énergie potentielle de pesanteur est donc également nulle lorsque la balle est au sol.

1. Expliquer pourquoi on peut considérer qu'elle a pourtant encore de l'énergie potentielle ?

A l'aide de deux vidéos de chute verticale de deux objets (situations 1 et 2), nous allons étudier l'évolution temporelle des différentes formes d'énergies (énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur) et de l'énergie mécanique. Chaque binôme prend en charge une des deux vidéos puis devra comparer ses résultats avec ceux d'un binôme voisin.

En vous aidant de la notice fournie :

- choisir un repère dont l'origine est au sol et indiquer l'échelle sur la vidéo ;
 - faire le pointage des différentes positions du centre de l'objet ;
 - transférer les données dans Regressi ;
 - saisir les formules qui permettent de calculer :
 - la vitesse pour un instant t_i : $v[i] = -(y[i+1]-y[i-1])/(t[i+1]-t[i-1])$
 - l'énergie cinétique
 - l'énergie potentielle
 - l'énergie mécanique
 - tracer dans un même repère les courbes donnant l'évolution des trois énergies en fonction du temps
2. En comparant avec le travail d'un binôme ayant traité l'autre vidéo, remplir le tableau suivant.

| | Instant initial (mettre <i>nulle</i> ou <i>maximale</i>) | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|----------------------------------|--|---|
| Énergie cinétique | nulle | augmente |
| Énergie potentielle de pesanteur | max | diminue |
| Énergie mécanique (situation 1) | X | X |
| Énergie mécanique (situation 2) | X | X |

3. Proposer une interprétation à la différence d'évolution de l'énergie mécanique entre les deux situations étudiées.

But :

Le but principal est de passer d'une situation de chute à une analyse énergétique de cette situation pour introduire la conservation de l'énergie dans certains cas. L'activité permet également de comprendre que l'énergie n'est pas « donnée à voir », on y accède uniquement par calcul à partir de données observables, parfois au prix de traitement complexe. L'activité a également un objectif secondaire plus technique : pointer une vidéo, traiter les données à l'aide d'un tableur, tracer l'évolution de certaines grandeurs en fonction du temps...

Information sur la préparation de l'activité :

Le professeur devra trouver ou réaliser deux vidéos de chute verticales adaptées : l'une pour laquelle les frottements pourront être considérés négligeables l'autre pour laquelle ce n'est pas le cas (volant de badminton par exemple). L'enjeu d'apprentissage n'étant pas principalement la technique de calcul des énergies, on choisit ici des chutes verticales (dans le cas contraire, le calcul de la vitesse deviendrait très compliqué pour les élèves)

Si on le peut, il est préférable de choisir deux objets de même masse mais dont seule la résistance à l'air change car pour l'activité suivante il est important que les élèves puissent affirmer que les valeurs et l'évolution de l'énergie potentielle sont rigoureusement les mêmes dans les deux cas puisque l'on s'intéresse à deux mouvements sur un même déplacement. Ainsi, si on prend un volant de badminton pour la chute avec frottement, on peut prendre un 2^e volant dont on aura coupé la "voile" pour la chute "sans" frottement.

Information sur le savoir en jeu :

Dans la question 2, les réponses écrites dans le tableau sont très courtes mais nécessitent un long traitement de la vidéo étudiée puis des données issues du pointage. Le calcul de la vitesse n'étant pas l'enjeu de ce chapitre, nous avons fait le choix de donner l'expression de la vitesse à utiliser. Le professeur pourra adapter cette expression en fonction du tableur utilisé et faire explicitement le lien entre cette expression et la définition de la vitesse vue à ce stade.

Information sur le comportement des élèves :

Les trois questions posées dans cette activité sont déroutantes pour des raisons différentes.

La première question est la plus simple au regard de l'activité précédente. Elle met cependant le doigt sur un choix de référence qui relativise la définition de l'énergie potentielle : ce type de choix gêne encore certains élèves qui estiment qu'en science, une définition (avec une formule !) ne peut pas dépendre du choix effectué par celui qui fait l'analyse.

La deuxième question ne demande quasiment pas d'écriture (deux mots dans le tableau) mais nécessite beaucoup d'action devant l'ordinateur, en autonomie. Cette tâche extrêmement technique, qui demande de structurer ses actions, peut faire perdre de vue les concepts en jeu. La phase de confrontation des résultats entre binôme est donc cruciale.

Enfin, la troisième question

Corrigé :

- On peut encore considérer que la balle a de l'énergie potentielle sur le sol car si on "enlève le sol" par la pensée ou si on met effectivement la balle au dessus d'un trou, elle va à nouveau se mettre en mouvement. Ceci permet d'illustrer que la notion d'énergie relative est toujours dépendante de la référence d'altitude choisie (à cette altitude de référence, l'énergie potentielle est nulle). Ce choix reste arbitraire même s'il est souvent fait par souci de commodité.

2.

| | Instant initial (mettre <i>nulle</i> ou <i>maximale</i>) | Pendant la descente (mettre <i>diminue</i> , <i>augmente</i> ou <i>reste constante</i>) |
|----------------------------------|--|---|
| Énergie cinétique | nulle | augmente |
| Énergie potentielle de pesanteur | max | diminue |
| Énergie mécanique (situation 1) | | constante |
| Énergie mécanique (situation 2) | | diminue |

- On attend ici une réponse en termes d'objets/événements du type "parce qu'il y a des frottements, parce que l'objet chauffe, parce que l'objet va moins vite en bas..."

Il est conseillé de choisir deux objets de même masse mais dont seule la résistance à l'air change car pour l'activité suivante il est important que les élèves puissent affirmer que les valeurs et l'évolution de l'énergie potentielle sont rigoureusement les mêmes dans les deux cas puisque l'on s'intéresse à deux mouvements sur un même déplacement.

Activité 3 – Interprétation de l'évolution de l'énergie mécanique

Objectif : Interpréter les situations de chute à l'aide du principe de conservation de l'énergie.

Lire le § B du modèle de l'énergie mécanique

- D'après les observations de l'activité précédente, dans quel cas la balle en chute verticale peut être considérée comme un système isolé ?
- Que devient l'énergie mécanique perdue par le système balle dans la 2^e situation ?

But :

Exploiter le principe de conservation de l'énergie pour repérer, dans le cas de chute, dans quel cas un système peut être considéré isolé ; introduire les notions de transfert, transformation et forme d'énergie.

Information sur le savoir en jeu :

L'objectif de cette activité est d'introduire aux notions de formes et de transferts (chapitre 2). On attend donc seulement pour la dernière question des termes comme *chaleur, énergie thermique...* L'idée n'est pas de faire faire une analyse avec des termes rigoureux comme on pourrait l'attendre en fin de séquence mais de partir des termes utilisés spontanément par les élèves. L'essentiel est que les élèves comprennent que si le système perd de l'énergie (cas de la chute avec frottements), cette énergie se retrouve ailleurs, sous une autre *forme*, et qu'il y a donc eu un *transfert*.

Si les élèves disposaient du modèle complet de l'énergie, ils disposeraient d'une description des transferts et invoqueraient alors le transfert mécanique (car il y a variation de vitesse). Or ici le transfert mécanique a bien lieu mais entre 2 parties du système considéré. Le système {Terre+balle} ne perd pas d'énergie par transfert mécanique : ce qu'il gagne en énergie cinétique, il le perd en énergie potentielle. C'est toute la difficulté, peu rigoureuse mais contrainte par le programme, de considérer que le système étudié est la balle alors que c'est bien le système {Terre+balle} que l'on devrait étudier. Ici, on souhaite pouvoir s'appuyer sur le sens commun : le système cède de l'énergie car il y a des frottements ou car "ça chauffe" du fait des frottements...

Information sur le comportement des élèves :

Corrigé :

1. Le modèle définit un système isolé comme n'échangeant pas d'énergie avec l'extérieur : son énergie est donc constante. D'après l'évolution de l'énergie mécanique, c'est la balle qui subit des frottements très faibles qui peut être considérée comme un système isolé.
2. L'énergie mécanique perdue est cédée à l'air ambiant sous forme d'énergie thermique, elle contribue à chauffer l'air ambiant.

Pour aller plus loin :

Cocher, en expliquant, la ou les proposition(s) qui vous paraisse(nt) en accord avec le modèle.

Dans la 1^{ère} situation, l'énergie mécanique est constante pendant la descente car :

- la perte d'énergie potentielle est compensée par le gain d'énergie cinétique
- la perte d'énergie cinétique est compensée par le gain d'énergie potentielle
- l'énergie potentielle et l'énergie cinétique sont constantes

Dans la 2^e situation, la diminution d'énergie mécanique entre le début et la fin de la chute est due :

- à une augmentation d'énergie cinétique plus faible que dans la situation.
- à une diminution d'énergie potentielle plus importante que dans la situation 1.

Cette fin d'activité n'est pas centrale au sens où elle contribue peu aux objectifs principaux et aux compétences exigibles. Elle permet cependant aux élèves les plus à l'aise d'approfondir le sujet en prenant en particulier conscience que le gain d'énergie cinétique se fait au détriment du gain d'énergie potentielle dans le cas d'une chute sans frottement et que la perte d'énergie potentielle n'est, dans le cas de la situation 2, que partiellement compensée par le gain d'énergie cinétique puisqu'une partie de cette perte se fait au profit de l'échauffement.

Le professeur pourra en fin d'activité parler de *transformation* de l'énergie. Ce terme permet également d'introduire le terme *forme* puisque la transformation consiste bien littéralement à passer d'une forme à une autre.

Activité 4 – Et si on lance la balle vers le haut ?

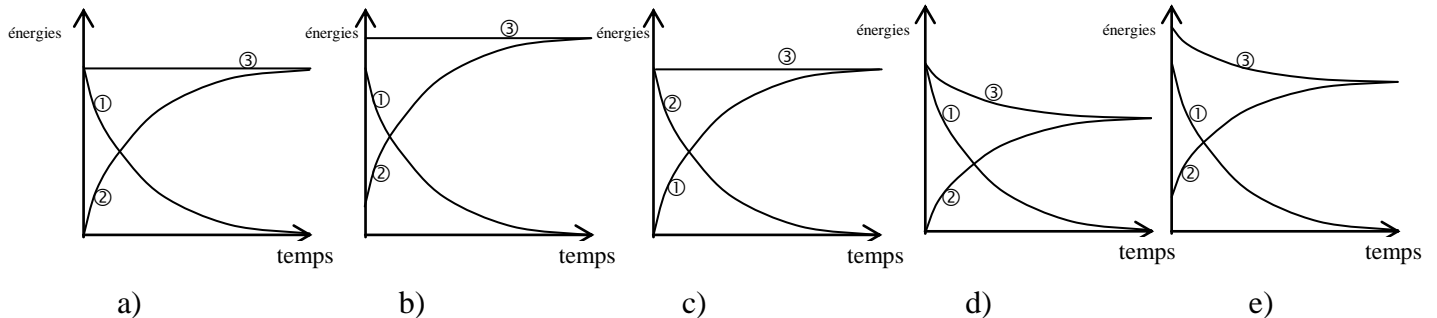
Analyse énergétique d'un lancer vertical

Objectif : Utiliser le modèle pour d'autres situations mécaniques que des situations de chutes.

1. Remplir le tableau suivant dans le cas d'un lancer vers le haut sans frottement.

| | Instant initial (mettre <i>nulle ou maximale</i>) | Pendant la montée (mettre <i>diminue, augmente ou reste constante</i>) | Au point culminant (mettre <i>nulle ou maximale</i>) |
|----------------------------------|---|--|--|
| Altitude | 0 | | |
| vitesse | | | |
| Énergie cinétique | | | |
| Énergie potentielle de pesanteur | | | |
| Énergie mécanique | | | |

2. Parmi les cinq propositions suivantes représentant les évolutions de l'énergie cinétique (①), de l'énergie potentielle (②) et de l'énergie mécanique (③), indiquer en argumentant celle qui correspond à la description énergétique de ce lancer vertical.



But :

L'objectif est ici d'illustrer que le modèle découvert dans ce chapitre a un champ de validité plus large que les simples situations de chute étudiées préalablement. L'activité vise ainsi à faire utiliser le modèle pour une situation proche des situations de chutes mais pour lesquelles le mouvement ne se fait pas dans le même sens.

Information sur le savoir en jeu :

Le professeur pourra évidemment inviter les élèves à réaliser le lancer avec un petit objet de leur choix. Cependant, l'utilisation des informations données est ici cruciale : pas de frottement indique que l'énergie mécanique est constante, l'analyse n'est effectuée que durant la montée et pas pendant la phase de redescente (ce qui ramènerait à l'activité précédente).

Nous avons fait le choix de proposer des représentations plutôt que de demander aux élèves de produire une représentation. L'allure des courbes pose en effet des problèmes aux élèves, ce qui n'est pas ici l'enjeu de l'apprentissage.

Corrigé :

1)

| | Instant initial (mettre <i>nulle ou maximale</i>) | Pendant la montée (mettre <i>diminue, augmente ou reste constante</i>) | Au point culminant (mettre <i>nulle ou maximale</i>) |
|----------------------------------|---|--|--|
| Altitude | 0 | augmente | Max |
| vitesse | max | diminue | Nulle |
| Énergie cinétique | max | Diminue | Nulle |
| Énergie potentielle de pesanteur | 0 | augmente | max |
| Énergie mécanique | | constante | |

2) Il faut choisir une représentation sur laquelle l'énergie mécanique est constante (ce qui élimine d et e), l'énergie potentielle est croissante (ce qui élimine c). Les deux représentations restantes (a et b) peuvent être considérées valides selon la référence d'altitude nulle choisie : représentation a) si l'altitude nulle est choisi au point de départ du lancer, représentation b) si l'altitude est choisi à la surface du sol.

Pour aller plus loin... Activité 5 - Saut à l'élastique

Une maquette de laboratoire simule un saut à l'élastique. Elle est composée d'un solide suspendu à un support par un élastique. À la date $t=0s$, on lâche le solide sans vitesse initiale : il chute d'abord librement puis est retenu lorsque l'élastique se tend.

Le graphe ci-contre donne les évolutions de quatre énergies différentes :

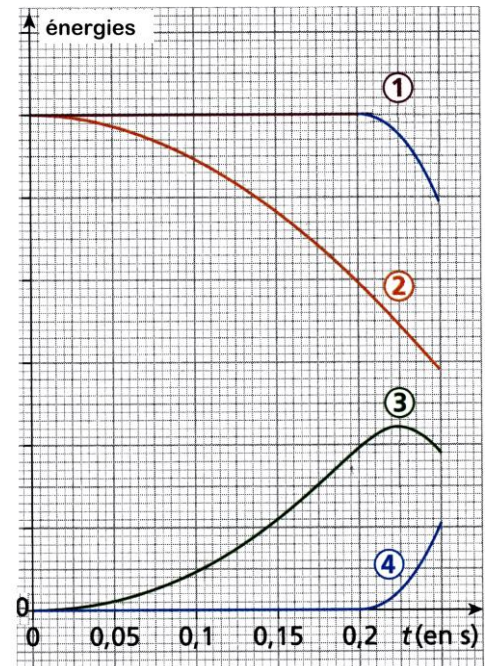
- A. L'énergie mécanique du solide
- B. L'énergie potentielle de pesanteur du solide
- C. L'énergie cinétique du solide
- D. L'énergie élastique de l'élastique

1. Associer dans le tableau ci-contre la bonne énergie à l'une des courbes.

| | |
|---|------------|
| A | Courbe ... |
| B | Courbe ... |
| C | Courbe ... |
| D | Courbe ... |

2. Formuler une phrase décrivant cette situation et qui utilise le verbe *transférer* (ou le participe *transférée*).

3. Formuler une phrase décrivant cette situation et qui utilise le verbe *convertir* (ou le participe *convertie*).



Modèle de l'énergie mécanique (chapitre 1)

A- Deux formes d'énergie

En physique, lorsqu'on veut étudier du point de vue de l'énergie un système qui peut se déplacer à la surface de la Terre, on s'intéresse aux deux formes d'énergie particulières qu'il peut avoir :

- l'une liée à son mouvement, l'**énergie cinétique** notée E_c
- l'autre liée à sa position par rapport à la surface de la Terre, l'**énergie potentielle de pesanteur** notée E_{pp} .

| | |
|---|---|
| <p>Énergie cinétique L'énergie cinétique E_c (en joule) d'un système de masse m (en kg) se déplaçant à la vitesse v (en $m.s^{-1}$) s'exprime : $E_c = \frac{1}{2} m v^2$</p> | <p>Énergie potentielle de pesanteur L'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} (en joule) d'un système de masse m (en kg) dont l'altitude du centre d'inertie est z (en m) s'exprime : $E_{pp} = m g z$ où g est l'intensité du champ de pesanteur ($N.kg^{-1}$).</p> |
| <p>Énergie mécanique La somme de ces 2 énergies constitue l'énergie mécanique du système notée E_m. Ainsi, $E_m = E_c + E_{pp}$.</p> | |

B- Conservation de l'énergie mécanique

Dans le cas d'un système isolé, c'est à dire d'un objet pour lequel il n'y a pas de transfert d'énergie avec l'extérieur. On dit que l'énergie mécanique se conserve : elle ne peut être ni créée ni détruite dans un système isolé.