

Chapitre 3 : Transferts d'énergie

Compétences du BO travaillées :

- Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.
- Distinguer puissance et énergie.
- Connaître et exploiter la relation liant puissance et énergie.
- Connaître et comparer les ordres de grandeur de puissances.
- Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation.
- Recueillir et exploiter des informations portant sur un système électrique à basse consommation.

Objectifs reformulés et ajoutés par nos soins :

- Analyser des situations en termes de chaîne énergétique et percevoir l'intérêt de cette représentation
- Associer des types de transferts à des phénomènes (ça chauffe, ça brille, ça bouge)
- Montrer l'intérêt de la grandeur puissance ; distinguer puissance et énergie.
- Comprendre que la notion de rendement dépend du convertisseur et de l'énergie considérée utile.

Pour introduire ce chapitre il suffit juste de faire observer que l'énergie stockée ne sert à rien si elle reste stockée, elle n'est utile que si on la transfère : c'est que ce que nous faisons quotidiennement.

Pour ce chapitre, les élèves disposent toujours du modèle de l'énergie distribué lors du chapitre précédent mais vont découvrir les paragraphes I (chaînes), II (puissance) et III (rendement).

Remarque : un zoom spécifique sur le transfert thermique fait l'objet du chapitre 4 en cours de rédaction

Pour obtenir le document destiné aux élèves, il suffit d'enlever tout ce qui est écrit en rouge.

Activité 1 – Une ampoule éclaire... mais pas seulement

Représenter une situation simple par une chaîne énergétique

Objectif : apprendre à décrire des situations simples avec les termes du modèle de l'énergie et à l'aide de l'outil "chaîne énergétique".

Vous disposez du § I du modèle de l'énergie, qui indique les symboles utilisés pour décrire du point de vue de l'énergie des situations variées.

Le texte ci-dessous est issu d'un dépliant destiné au grand public :

*Une ampoule a certes pour objectif d'éclairer mais sachez qu'une ampoule **produit également de l'énergie thermique**. Près de 95% de l'énergie que consomme une ampoule à incandescence est consacrée à ce dégagement de chaleur. Cette énergie, vous la payez également alors qu'elle ne sert pas à éclairer. Les ampoules "basse consommation" permettent de réduire **cette énergie thermique**. La part de l'énergie lumineuse par rapport à l'énergie payée est donc plus grande.*



- 1) Réécrire ce texte en reformulant les passages en gras conformément au modèle.
- 2) En respectant les règles indiquées dans le paragraphe I du modèle, représenter l'extrait de chaîne énergétique correspondant à une ampoule en fonctionnement : pour cela, représenter l'ampoule et les transferts d'énergie en jeu lorsqu'elle fonctionne, mais pas les réservoirs en jeu.
- 3) A l'aide du texte de l'activité 2 du chapitre précédent, représenter l'extrait de chaîne énergétique qui permet de décrire la fonction énergétique :
 - des cellules photovoltaïques de SolarImpulse ;
 - du moteur électrique de SolarImpulse.

But

Le but de l'activité est en fait double :

- Apprendre à faire le lien entre le vocabulaire courant utilisé au sujet de l'énergie (*produire* et *consommer* par exemple) et les concepts de physique sous-jacents et utilisé dans le modèle de l'énergie ; l'objectif est également de permettre aux élèves de commencer à comprendre pourquoi les usages courants ne peuvent pas être considérés comme faux mais seulement d'un usage non conforme au modèle de l'énergie qui vise à décrire les situations *du point de vue scientifique* : l'apprentissage de ces changements de contexte est un objectif majeur de la séquence qui est clairement travaillé ici.
- Faire fonctionner l'outil "chaîne énergétique" pour décrire une situation simple.

Analyse du savoir à enseigner

Pour exploiter au maximum cette activité, il faut assumer devant les élèves son objectif : faire des allers-retours entre formulations courantes et formulations *en physique*. Le risque est de laisser croire que la physique est décorrélée de la vie courante : au contraire il faut assumer qu'apprendre de la physique c'est aussi être capable de changer de contexte. L'objectif n'est pas, par exemple, d'interdire l'expression "production d'énergie" : son usage courant est commode, l'enjeu est plutôt de comprendre que la "production" d'énergie n'est en fait qu'une transformation d'une ressource d'énergie en un type de transfert particulier. Si l'on explicite pas à l'oral un tel objectif, on risque de faire passer cet exercice de "traduction" pour très arbitraire et déroutant pour les élèves.

Informations sur le comportement des élèves, prise en compte leurs difficultés éventuelles

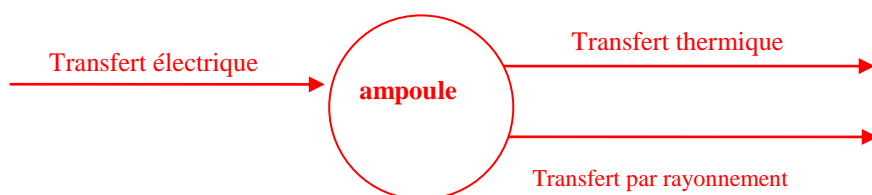
La nécessité de reformulation des phrases, si son objectif est explicite, est comprise pour la plupart des élèves. Cependant les usages courants étant tellement ancrés que l'activité n'est pas aisée. L'utilisation du mot « transfert », peu utilisé dans la vie courante dans le contexte de l'énergie, n'est pas aisée.

Corrigé

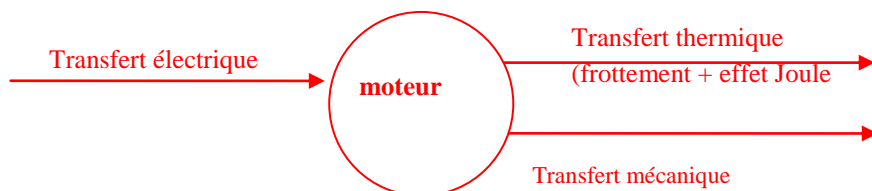
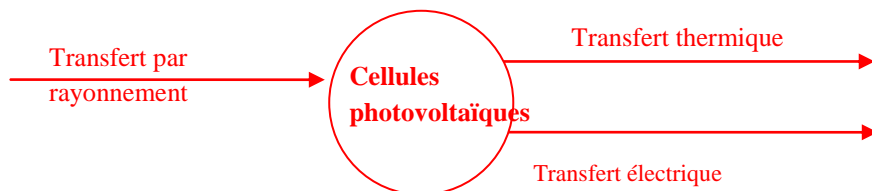
1)

Une ampoule a certes pour objectif d'éclairer mais sachez qu'une ampoule transfert également de l'énergie par transfert thermique (ou chaleur). Près de 95% de l'énergie transférée par une ampoule à incandescence est consacrée à ce dégagement de chaleur. Cette énergie, vous la payez également alors qu'elle ne sert pas à éclairer. Les ampoules "basse consommation" permettent de réduire ce transfert thermique. La part de l'énergie transférée par rayonnement par rapport à l'énergie payée est donc plus grande.

2)



3)



Activité 2 – analyse énergétique d’une grue électrique

Introduction à la puissance

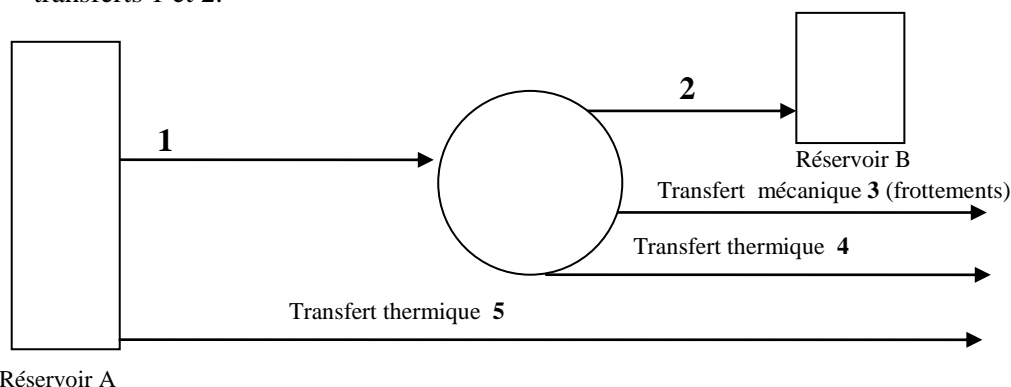
Objectif : Faire comprendre que pour caractériser certains transferts, la quantité d’énergie seule et le temps seul ne suffisent pas (d’où la nécessité du concept de puissance).

Certaines grues miniatures fonctionnent à pile. On souhaite décrire ici à l’aide du modèle de l’énergie la situation correspondant à la grue en train de monter une charge.



➤ Proposer d’abord une phrase qui décrit cette situation du point de vue courant et qui utilise le mot énergie :

➤ Compléter la chaîne énergétique ci-dessous correspondant à cette situation, en particulier en indiquant le nom des deux réservoirs et du convertisseur, ainsi que des transferts 1 et 2.



- 1) Sur la chaîne, représenter le réservoir (on l’appelle C) auquel arrive les transferts 3, 4 et 5. Proposer un nom pour ce réservoir.
- 2) Pour chacun des réservoirs représentés, comment varie l’énergie stockée ? Remplir le tableau.

réservoir	L’énergie au sein du réservoir	Justification
Réservoir A	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Tous les transferts partent de ce réservoir
Réservoir B	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Ec et Ep augmente. Même lorsque la charge est à l’arrêt, Ep est plus grande qu’au départ.
Réservoir C	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Tous les transferts arrivent à ce réservoir

- 3) Quel évènement néglige-t-on si on ne représente pas le transfert thermique 5 ?
- 4) Dans l’expérience précédente, on imagine qu’on change de pile, mais pas la charge à monter. L’objet est alors monté à la même hauteur que précédemment mais moins rapidement. Peut-on en déduire que : (cocher la ou les bonnes réponses)

- la pile 2 a transféré plus autant moins d’énergie que la pile 1
-
- la pile 2 a transféré plus autant moins d’énergie par seconde que la pile 1

- 5) Compléter le trou par un adjectif qui permet de distinguer les deux situations (ou les deux piles) du point de vue énergétique.
La pile 2 est plus moins _____ que la pile 1

But

Le but est ici d'une part d'utiliser la chaîne sur une situation plus complexe que dans l'activité 1 (sans demander, du coup, de réaliser la chaîne) puis de faire comprendre que pour caractériser certains transferts, la quantité d'énergie seule et le temps seul ne suffisent pas (d'où la nécessité du concept de puissance).

Analyse du savoir à enseigner

Le travail de mise en lien entre les objets et évènements de la situation et leurs fonctions énergétiques représentés sur la chaîne n'est pas évident et il est conseillé d'y consacrer du temps.

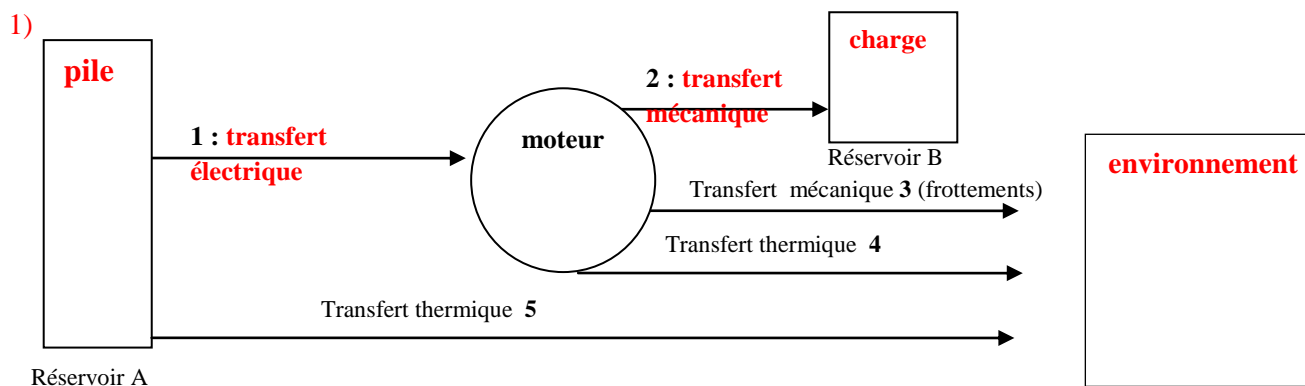
La situation a été choisie ici car elle permet sur un exemple simple de ne faire varier que le temps pour un même transfert d'énergie (transfert d'énergie qui peut être considéré constant car les élèves maîtrisent à ce stade la notion d'énergie potentielle).

Informations sur le comportement des élèves, prise en compte leurs difficultés éventuelles

Cette activité, relativement longue, est centrale dans le chapitre car elle permet d'une part de faire fonctionner le modèle mais elle permet aussi de donner du sens à la notion de puissance à venir.

Corrigé

Phrase qui décrit cette situation du point de vue courant et qui utilise le mot énergie : la grue fournit de l'énergie à la charge (l'idée est de faire sentir que dans un usage courant, on ne distingue pas les différents éléments de la grue, prise comme un tout...)



2)

réservoir	L'énergie au sein du réservoir	Justification
Réservoir A	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Tous les transferts partent de ce réservoir
Réservoir B	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Ec et Ep augmente. Même lorsque la charge est à l'arrêt, Ep est plus grande qu'au départ.
Réservoir C	<input type="checkbox"/> diminue <input type="checkbox"/> est constante <input type="checkbox"/> augmente	Tous les transferts arrivent à ce réservoir

3) Le transfert thermique 5 correspond à l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit électrique

4)

- la pile 2 a transféré moins d'énergie que la pile 1
- la pile 2 a transféré plus d'énergie que la pile 1
- la pile 2 a transféré autant d'énergie que la pile 1
- la pile 2 a transféré moins d'énergie par seconde que la pile 1
- la pile 2 a transféré plus d'énergie par seconde que la pile 1
- la pile 2 a transféré autant d'énergie par seconde que la pile 1

- 5) L'adjectif "puissant" peut être proposé mais il est probable que les élèves en proposent d'autres (efficace, performant, rapide...) : le professeur devra discuter les différents termes proposés puis institutionnaliser le terme « puissant ». A ce stade il peut caractériser la pile (la situation y invite) mais aussi le transfert du moteur (même si le moteur n'a pas été changé)

Activité 3 – Notion de puissance

A- Signification du mot *puissance* et de l'adjectif *puissant*.

- 1) Citer trois termes que vous associez au mot puissance.

- 2) Cocher une case pour chacune des situations suivantes :

Situation 1 :



Lequel des deux haltérophiles ci-contre vous parait le plus puissant ?

Pour vous

- l'haltérophile 1 (barre de 140 kg)
 l'haltérophile 2 (barre de 200 kg)
 le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Pour la physique (à compléter lors de la partie B)

- l'haltérophile 1
 l'haltérophile 2
 le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer
Justifier

Situation 2 :



Entre un sprinteur (sur 100m) et un coureur de demi-fond (800 m par exemple), lequel vous parait le plus puissant ?

Pour vous

- le sprinteur
 le coureur de demi-fond
 le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Pour la physique (à compléter lors de la partie B)

- le sprinteur
 le coureur de demi-fond
 le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Situation 3 :

3,0L SDV6 DIESEL	CO2 g/km : 199
Le moteur SDV6 diesel 3 litres offre une accélération de 0 à 100 km/h en 7,2 secondes.	Cycle mixte L/100 km : 7,5
	Chaîne cinématique : Quatre roues motrices en permanence
	Puissance (kW / ch) : 215 / 292
	Couple (Nm) : 600
	Couple maximal (tr/min) : 2 000
	Cylindrée (cc) : 2 993
	Nombre de cylindres : 6
	Disposition des cylindres : V6

Quelle voiture vous paraît la plus puissante ?

Pour vous

- une voiture capable de passer de 0km/h à 100 km/h en 4,5 s
- une voiture capable de passer de 0km/h à 100 km/h en 7,2 s
- le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Pour la physique (à compléter lors de la partie B)

- une voiture capable de passer de 0km/h à 100 km/h en 4,5 s
- une voiture capable de passer de 0km/h à 100 km/h en 7,2 s
- le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Situation 4 :



Une bouilloire (A) chauffe un litre d'eau bouillante en 1 min ; Une autre bouilloire (B) chauffe un litre d'eau bouillante en 30 s.

Quelle bouilloire est la plus puissante ?

Pour vous

- la bouilloire A la bouilloire B
- le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Pour la physique (à compléter lors de la partie B)

- la bouilloire A la bouilloire B
- le terme puissant n'est pas adapté pour les comparer

Y a-t-il une indication portée sur la bouilloire qui permet de vérifier votre réponse précédente ?

But

Cette partie d'activité vise à expliciter les significations de l'adjectif puissant dans la vie courante, souvent associé à force, énergie, rapidité.

Informations pour la préparation de l'activité

Il faut *a minima* disposer d'une bouilloire dans la classe, plusieurs si possible afin de répondre à la dernière question.

Analyse du savoir à enseigner

Cette partie d'activité vise à expliciter les significations de l'adjectif puissant dans la vie courante, souvent associé à force, énergie, rapidité. La signification en physique est évidemment beaucoup plus précise. Ce glissement d'un usage courant à un usage en science doit selon nous faire l'objet d'une phase explicite d'apprentissage pour mettre en évidence les points communs et les différences entre les deux types d'usage du terme. Notons d'ailleurs que dans la vie courante c'est l'adjectif qui est privilégié alors qu'en physique c'est le substantif.

Corrigé

Réponses élèves : performance, force, puissance magique (jeu), énergie, rien, accélération, grandeur physique, puissance dix (positive, négative), intensité physique, watt, capacité, muscle

L'idée est ici de sonder les idées des élèves au sujet de la signification qu'ils attribuent à l'adjectif puissant. Il n'y a donc pas de bonne réponse en tant que telle mais on peut dire (voir suite de l'activité) que les usages corrects selon le modèle de l'énergie correspondent aux situations c et d.

L'indication sur la bouilloire qu'il faut mentionner est la valeur en W (généralement pas indiquée comme étant une puissance...)

Commentaire prof Puissance dans la vie courante : ce qui est puissant est souvent associé à qqe chose de rapide mais pas toujours (une voiture qui double car elle est plus puissante). C'est dans tous les cas associé à la force ou à l'intensité, plus rarement à l'énergie.

Lire le § II du modèle

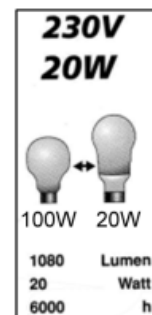
Activité 3-B- Puissance d'une ampoule

1) Le document ci-contre figure sur l'emballage d'une ampoule basse-consommation. La valeur 230V indique la tension électrique nécessaire pour le bon fonctionnement de l'ampoule, 1080 lumen indique son éclairage et 6000 h est sa durée maximale de fonctionnement. A votre avis, la puissance de 20W indiquée sur l'étiquette caractérise-t-elle :

- le transfert électrique reçu
- le transfert par rayonnement fourni
- le transfert thermique fourni

Justifier à l'aide d'un argument de votre choix.

- 2) Calculer l'énergie utilisée pendant la durée de fonctionnement maximale de l'ampoule dite "basse-consommation".
Pour aller plus loin
- 3) Que représente l'ampoule de 100 W qui figure aussi sur cette étiquette ?
- 4) Pour la même durée de fonctionnement maximale, calculer l'économie d'énergie (en kWh) faite si on utilise l'ampoule basse-consommation au lieu de l'ampoule plus "consommatrice" mentionnée sur l'étiquette.



Activité 3-C- Retour sur la partie A

- 1) Parmi les 4 situations de la partie A, indiquer celles pour lesquelles il manque des informations pour répondre du point de vue de la physique.
- 2) Pour ces situations, indiquer quelles informations manquent.
- 3) Pour les autres situations, indiquer si la définition de la puissance vous oblige à modifier vos réponses de la partie A. Justifier à l'aide du modèle.

But

Dans cette fin d'activité les élèves doivent utiliser la définition de la puissance donnée dans le modèle : ils doivent donc adopter le point de vue de la physique.

Informations pour la préparation de l'activité

Disposer de deux types d'ampoules (basse-consom et filament) est un plus pour cette activité, d'autant que certains élèves ne voient plus à quoi ressemble une ampoule à filament. L'idéal est même de disposer de deux ampoules d'éclairage similaire et de deux consommètres.

Il faut évidemment s'assurer que la réponse à la première question est correcte avant de laisser les élèves poursuivre.

Informations sur le comportement des élèves, prise en compte leurs difficultés éventuelles

La lecture de l'étiquette n'est pas évidente pour les élèves : l'équivalence entre les deux ampoules indiquée par la double flèche est en effet énigmatique mais c'est aussi un des enjeux de l'activité de la rendre plus claire : ce type d'étiquette est donnée telle quelle au consommateur.

Corrigé

Partie B :

- 1) Transfert électrique reçu.

2) Energie utilisée pour la basse consommation: $E = P \times \Delta t = 20 \times 6000 = 120 \text{ kWh}$

3) 100W représente la puissance du transfert électrique reçu par une ampoule à filament qui éclaire de la même façon que l'ampoule basse-consommation.

4) $\Delta E = (P_{\text{haute}} - P_{\text{basse}}) \times \Delta t = (100 - 20) \times 6000 = 480 \text{ kWh}$ d'économie d'énergie, soit un peu plus de 50 euros.

Partie C :

1) a et b.

2) a : Il faudrait connaître la durée mise par chacun des haltérophiles pour soulever les haltères. b: il faudrait connaître la durée de la course et l'énergie dépensée par chacun des coureurs.

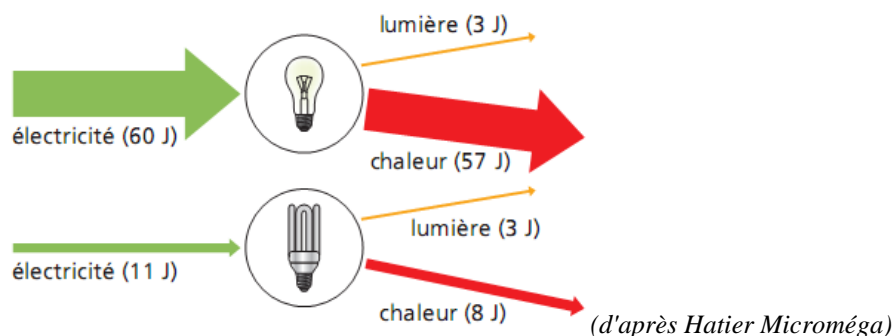
3) A faire en fonction des réponses de la partie A.

Activité 4 – Rendement d'un convertisseur

Objectif : prendre conscience que l'énergie considérée comme perdue lors d'une conversion dépend de l'usage qu'on souhaite faire du convertisseur.

Lire le § III du modèle.

On a représenté ci-dessous les chaînes énergétiques de deux ampoules, l'une à incandescence l'autre dite "basse consommation".



1) Indiquer le transfert "utile" pour chacune des ampoules.

2) Indiquer le transfert « perdu » pour chacune des ampoules.

3) Calculer le rendement de chacune des deux ampoules.

4) Proposer une expression davantage en accord avec le modèle en remplacement de l'expression "ampoule basse-consommation".

Corrigé

1) transfert "utile" pour chacune des ampoules : transfert par rayonnement (lumière)

2) transfert « perdu » pour chacune des ampoules : transfert thermique (chaleur)

3) le rendement de chacune des deux ampoules : 5% et 38 %

4) expression davantage en accord avec le modèle : ampoule ayant un meilleur rendement