**ENERGIE et PUISSANCE**

### L’énergie au cœur du monde moderne

L’une des problématiques principales de notre société moderne est l’approvisionnement, la transformation et le contrôle de l’énergie. Les besoins croissants posent des problèmes de durabilité importants et l’économie des ressources énergétiques devient un problème crucial afin de maintenir de façon durable et écologique la persistance de notre monde.

Nous définirons dans ce cours, la notion d’énergie et de puissance. Nous verrons les différentes formes d’énergie et leur mode de transformation. A ce titre, nous introduirons la notion de chaîne énergétique.

### Définition de l’énergie et de la puissance

* 1. **Définition de l’énergie**

Le mot énergie vient du grec, des mots *en* (qui veut dire intérieur) et *ergon* (qui veut dire travail). Ainsi, le sens général du mot **énergie** implique la capacité de faire un travail, la vigueur inhérente. Dans le langage commun, dire que quelqu'un est "plein d'énergie" signifie qu'il se déplace beaucoup et vigoureusement.

Cette signification générale ne peut s'appliquer que partiellement au sens *physique* du mot *énergie*. En effet, la manifestation d'un phénomène tel le mouvement sous l'action d'une force implique, non seulement que le système considéré possède de l'énergie intrinsèque, mais qu'il y a transfert d'énergie. Ainsi, ce que l'on mesure n'est pas *l'énergie* en elle-même, mais sa \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

L'énergie est une propriété de toute matière et elle est observée indirectement par des variations de vitesse, de masse, de position et ainsi de suite.

Parce qu'un système peut changer de manières différentes sous l'action de forces différentes, il y a plusieurs manifestations distinctes de l'énergie.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

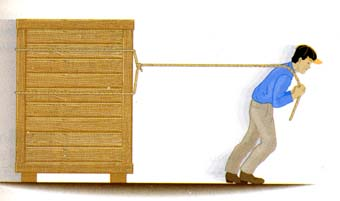
Exercice 1 : Un véhicule automobile grimpe de Grenoble à Chamrousse pour finalement s’arrêter.

1. Enumérer les changements qui s’opèrent dans le véhicule lors de ce trajet.
2. Associer à chacun de ces changements le type d’énergie approprié.
3. Dessiner la chaîne énergétique entre le point de départ et l’arrivée.
   1. **Le travail**

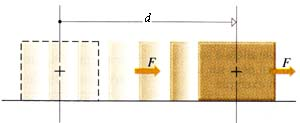
Les Grecs anciens avaient, semble-t-il, une vague notion du travail. Elle émerge de leur explication sur la façon de soulever un grand poids en exerçant une petite force sur un levier : «Donnez-moi un point d'appui : je soulèverai le monde» disait Archimède trois siècles avant notre ère. Au début du XVIIème Siècle, Galilée s'approcha en tâtonnant de l'idée essentielle. Il considérait l'enfoncement de pieux et reconnaissait que la combinaison du poids du marteau (force) et de la distance de laquelle il tombait (déplacement) déterminait son efficacité. Le déplacement et la force son liés de façon cruciale.

C'est Gaspard Coriolis en 1829 qui formula enfin l'idée : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Il appella cette grandeur \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

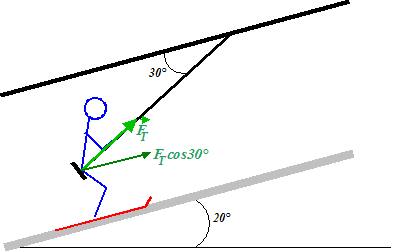
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



Pour traîner une caisse sur le sol, cet homme exerce une force. Si la force est exercée sur une distance d (cf figure 2), un \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ est effectué par l'homme.



Remarque : toutes les forces ne travaillent pas. Si la force est orthogonale au déplacement, son travail est nul. Par exemple le travail de la force gravitationnelle de la Terre sur la Lune est nul car celle-ci a sa direction toujours \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au déplacement, ainsi le rotation de la Lune autour de la Terre s'effectue sans \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ d'énergie.



Un skieur est tracté par une perche d'un téléski. Seule la composante de la force de traction F*T* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ au déplacement travaille. Cette composante est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Exercice 2 : L'ascenseur express de la tour Sears à Chicago a une vitesse moyenne de 548,6 m/min, lors de sa montée au 103ème étage, à 408,4 m au-dessus du sol. Supposant que la charge totale est de 1,0.103 kg, et que la force de traction des câbles compensent exactement le poids total de l'ascenseur, calculer le travail des forces de traction de l'ascenseur. On rappelle : accélération de pesanteur terrestre g = 9,8 m.s-2.

* 1. **Les différentes forment d’énergie**
     1. **Energie mécanique**

Le travail permet de créer de l’énergie mécanique. Une fois l’énergie mécanique acquise, elle peut être stockée de trois manières différentes :

* Energie cinétique :

On sait que freiner un véhicule (c’est-à-dire diminuer sa vitesse) implique une dépense d’énergie : les freins s’échauffent lors du freinage. Si le freinage est trop brutal, la dépense d’énergie qui en résulte peut même occasionner des déformations irréversibles de la carrosserie.

Cet exemple montre que, lorsqu’un objet de masse *m* se déplace à une vitesse *v*, celui-ci à stocké de l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Cette énergie mécanique est restituée lors du freinage sous forme de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et éventuellement de déformation du corps.

L’énergie stockée dépend de la masse (il est plus facile de freiner un papillon qu’un véhicule automobile !) et de la vitesse du corps.

Cette énergie se nomme « énergie cinétique », car elle est due au déplacement.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Exercice 3 : Un véhicule automobile de masse 850 kg se déplace à la vitesse de 90 km/h.

1. Calculer l'énergie cinétique emmagasinée.
2. Comparer avec celle emmagasinée par un camion de 35 tonnes.

* Energie potentielle de pesanteur :

Lorsqu’un cycliste se trouve en haut d’une pente, il sait qu’il pourra descendre sans fournir d’effort. C’est parce qu’il a stocké de l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Cette énergie mécanique stockée a été préalablement acquise par \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ lors de l’ascension de la pente (où alors le cycliste doit fournir des efforts plus importants que pour se déplacer sur le plat). Cette énergie est d’autant plus importante que la masse est importante (il vaut mieux recevoir sur la tête une boule de papier qui tombe du premier étage qu’une boule de pétanque !) et que l’altitude est importante.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Comme il est possible de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de l’énergie mécanique, l’énergie mécanique est une énergie dite « \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ».

Exercice 4 : Un skieur de 75 kg emprunte un télésiège de dénivelé égal à 750 m.

1. Calculer l'énergie potentielle acquise par le skieur.
2. Indiquer par quoi lui est fournie cette énergie.
3. Le skieur revient à son point de départ. Qu'est-il advenue de l'énergie potentielle préalablement stockée ?

* Energie potentielle élastique :

Dans le cas d’un système déformable, comme un ressort, lorsque celui-ci est comprimé à partir de sa position de repos, il emmagasine de l’énergie puisqu’il est alors a même d’entraîner en mouvement (fournir du travail) à une masse qui lui serait associé. Tant que la compression subit par le système n’est pas trop élevée pour le déformer irréversiblement, on lui associe une énergie appelée \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Exercice 5 :

1. Expliquer, d’un point de vu énergétique, le rôle des amortisseurs dans un véhicule automobile.
2. Expliquer, d’un point de vu énergétique, le rôle des ressorts dans un trampoline.
3. Comparer les deux cas.

Exercices à chercher (Hachette) : p.250, n° 1, 3 ; p.251-252, 1, 3 (parties 1 et 3), 7, 9

Exercices à chercher (Nathan) : p.168, n°1-3-5-6-7-8-10 ; p.170-171, n°11-15

* + 1. **Energie thermique – chaleur**

L’énergie thermique, appelée aussi chaleur est une conséquence macroscopique de l’agitation microscopique des molécules et atomes du corps considéré, appelée « \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ » (ce phénomène sera décrit de façon quelque peu plus détaillée au paragraphe suivant). Tous corps stocke de l’énergie thermique car il est impossible d’arrêter totalement cette agitation thermique (cela correspondrait à une température du corps de *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* soit *\_\_\_\_*, la température « absolue » (limite inatteignable)).

On définit \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Evidemment l’énergie thermique est une énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

L’énergie thermique est une énergie dite « \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ » car, s’il est possible de transformer entièrement le travail en chaleur, la thermodynamique montre qu’il est impossible de transformer la totalité de la chaleur en travail. Ainsi, la chaleur est une forme d’énergie de moins bonne qualité que le travail.

Exercice 6 : Soit une casserole contenant 2,5 L d’eau à 18°C. Après chauffage, cette eau est portée à la température de 80°C. Calculer l’énergie supplémentaire emmagasinée dans l’eau de la casserole.

On donne : capacité calorifique massique de l’eau *cm(eau)* *=* *4180 J.kg-1.°C-1*

Exercices à chercher (Hachette) : p.74, QCM(1, 2), 4 ; p. 75, 5, 7, 10, 11 ; p 76-77, 13, 14, 16

Exercices à chercher (Nathan) : p.74, 7 ; p.76-77, 15-16-17-19-21

* + 1. **Energie chimique**

Elle est due aux forces de liaisons moléculaires du corps considéré. Elle peut être acquise ou libérée lors de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

L’exemple type de réaction chimique permettant de libérer l’énergie chimique stockée est la combustion. Par exemple, celle du carbone dans le dioxygène :

C + O2 CO2

L’énergie chimique est une énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Chaque combustible possède un pouvoir énergétique moyen correspondant à l’énergie libérée lors de la combustion d’un kilogramme de ce combustible (voire tableau ci-dessous) :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Combustible | Gasoil | Essence | Gaz butane | Gaz propane |
| Pouvoir énergétique (kJ/kg) | 44800 | 47300 | 49500 | 50300 |

Exercice 7 :

1. Calculer la quantité de gaz butane nécessaire pour fournir l’énergie thermique pour élever la température de la casserole d’eau de l’exercice 3.
2. En réalité, on consomme 10% de gaz en plus. Calculer la nouvelle quantité de gaz consommé. Expliquer la raison de cette surconsommation.

Exercice à chercher (Nathan) : p.76 n°12

* + 1. **Energie de rayonnement**

C’est l’énergie transportée par une onde électromagnétique comme la lumière ou les ondes radios.

L’essentielle de l’énergie que reçoit la Terre et qui permet le développement et le maintient de la vie a pour source le rayonnement solaire (environ 340 W/m2).

L’énergie de rayonnement ne peut être stockée, est n’existe que si l’onde existe, c’est elle qui la transporte. Il s’agit d’une source d’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

* + 1. **Energie nucléaire**

Elle est due aux forces de liaisons entre les éléments du noyau de l’atome. La découverte de l’énergie nucléaire est une conséquence de la théorie de la relativité restreinte d’Einstein (1905). Einstein réalise une unification entre deux concepts auparavant considérés comme fortement éloignés l’un de l’autre : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Il établie la formule de l’énergie au repos d’un corps de masse *m*: *E0 = m.c2* où *c* est la célérité de la lumière dans le vide (*c = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*). Cette relation laisse entrevoir un fait révolutionnaire à l’époque : il y a équivalence entre masse et énergie, autrement dit, si un système voit sa masse diminuer, il acquiert de l’énergie. Mais comme le coefficient de transformation entre masse et énergie et très fortement favorable à l’énergie (*c2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*!), une très faible diminution de la masse entraîne l’apparition d’une énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Il existe deux types d’application de la formule d’Einstein :

* La fission :

Cela consiste à \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ un noyau de grosse taille (généralement de l’Uranium) en noyaux plus léger. La somme des masses des éléments obtenue par fission est inférieur à la masse du noyau lourd de départ : il y a \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

C’est ce type de réaction nucléaire qui est utilisée dans les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ou la \_\_\_\_\_\_\_.

* La fusion :

Cela consiste à transformer deux noyaux léger en un noyau plus lourd (généralement de l’Hydrogène en Hélium). La masse de l’élément obtenue est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ à la somme des masse des éléments de départ : il y a \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

C’est ce type de réaction nucléaire qui intervient dans les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ comme le Soleil et dans la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Notre technologie actuelle ne nous permet pas de reproduire ce type de réaction de façon contrôlée, des recherches actives sont néanmoins menées en vue d’atteindre ce but (projet ITER).

L’énergie nucléaire est une énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

* + 1. **Energie électrique**

Elle est due aux déplacements \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (généralement des électrons).

L’énergie électrique ne peut être stockée que dans les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ou les \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, cependant, dans l’état actuel des connaissances, on ne peut la stocker en grande quantité.

Comme il est compliqué de stocker de l’énergie électrique, celle-ci est produite « \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ » en fonction de la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. L’énergie électrique est donc une énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ : elle est crée par transformation d’une source d’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

L’avantage de l’énergie électrique est double. Elle est simple à \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ par l’intermédiaire de fils conducteurs (c’est le réseau électrique). Il existe une quantité d’appareils permettant de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ l’énergie électrique sous une autre forme :

* Convertisseur d’énergie électrique en énergie mécanique : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.
* Convertisseur d’énergie électrique en énergie thermique : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ …
* Convertisseur d’énergie électrique en énergie chimique : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ …
* Convertisseur d’énergie électrique en rayonnement : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ …
  1. **Le principe de conservation de l’énergie**
     1. **Enoncés**

Le principe de conservation de l'énergie découle des développements d'une nouvelle branche de la Physique qui apparut au début du XIXème Siècle : **la thermodynamique**.

La thermodynamique a été crée dans le but limité de comprendre le fonctionnement des machines à vapeur, dont l'invention allait créer le première révolution industrielle, mais cette science a évolué pour devenir une science de portée générale qui traite de l'énergie et ses transformations et tous spécialement de l'énergie thermique, son transfert, sa transformation, sa dégradation et sa dispersion.

Avant de parler du principe de conservation de l'énergie qui s'appelle aussi premier principe de la Thermodynamique, nous devrons aborder le problème de la définition de la **chaleur**, de l'énergie thermique et de son transfert.

L'histoire de la définition de la **chaleur** est plutôt complexe et, au départ les scientifiques tâtonnent. Il faut dire qu'ils ne disposent pas des clés leur permettant de comprendre largement le phénomène. En effet, la théorie cinétique actuelle, définissant la chaleur dit que celle-ci est due aux chocs des atomes constituant le corps considéré : plus les atomes s'entrechoquent, plus la température du corps est importante, plus il a emmagasiné de chaleur. Il s'agit donc d'un phénomène macroscopique rendant compte d'un phénomène microscopique et implique une bonne connaissance de théorie atomique. Or, a l'époque où les premiers scientifiques ce sont intéressés à la chaleur, la théorie atomique était inconnue !

A la fin du XVIIIème Siècle, deux théorie de ce qu'est la chaleur se côtoient : soit on la considère comme un matériau, un "gaz" susceptible de se dégager des corps ou au contraire de les imprégner, c'est la théorie du "feu" initiée au début du XVIIIème Siècle par Hermann Boerhaave, de Leyde en Hollande, ou du "calorique" soutenu par Lavoisier à la fin du XVIIIème Siècle ; soit on la considère comme une manifestation du mouvement de on ne sait pas très bien quoi d'ailleurs !

Au départ, la théorie du *calorique* triomphe, de part l'autorité de Lavoisier, mais aussi parce qu'elle permet d'interpréter un certain nombre d'expériences comme celles relatif aux échanges de chaleur, ce que ne parvient pas à réaliser la théorie du "mouvement" encore mal maîtrisée.

Elle permet, vers 1760, à l'écossais Joseph Black de définir une méthode de mesure de la chaleur : il définit ainsi \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Arrive alors l'américain Benjamin Thompson, Comte de Rumford. Il se fixe en Bavière et se spécialise dans le perçage des fûts de canons. Il remarque qu'un foret émoussé, qui ne met plus rien en poudre, n'en continu pas moins à chauffer si on continue à l'actionner. La théorie du *calorique* ne parvient pas à interpréter cette expérience qui permet de créer pendant un temps infini de la chaleur alors que l'on ne peut extraire indéfiniment de la matière.

" Je ne connais qu'une chose, dit Rumford, que l'on puisse ainsi produire indéfiniment, sans transformer la matière : c'est du \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ".

Nous sommes en 1798, mais il faudra attendre encore 50 ans pour que cette interprétation énergétique ne triomphe avec Joule. En 1841, Joule établit la loi donnant l'effet calorifique d'un courant électrique : c'est l'effet Joule. En 1943, il montre que la chaleur dégagée par le passage du courant résulte de la transformation d'un certain travail mécanique (celui du système de poids dont la chute actionne la dynamo). Puis, par une série d'expériences remarquable, il calcule l'équivalent mécanique de la chaleur : 1 cal = \_\_\_\_\_\_\_ J. La théorie du "calorique" est alors définitivement abandonnée, la chaleur résulte bien du mouvement.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

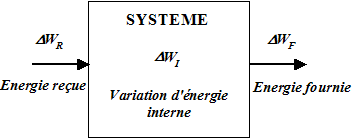
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

De ces définitions découle le **principe de conservation de l'énergie** :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.



L'énergie interne du système est de l'énergie stockée sous forme \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Le principe de conservation de l'énergie est l'un des 4 principes centraux de la physique, il est une conséquence de l'homogénéité temporelle de l'univers, c'est-à-dire que les lois physiques sont indépendantes du temps, de l’instant d’observation, dans l'univers.

Exercice 8 : on considère le système constitué d'un véhicule automobile et ses passagers en excluant le carburant. Le véhicule accélère et passe d'une vitesse nulle à une vitesse de 90 km/h. Donner la nature de l'énergie reçut, de la variation d'énergie interne, de l'énergie fournie.

* + 1. **Chaîne énergétique**

La chaîne énergétique d’un système physique permet de synthétiser sur une même figure, la nature des énergies mises en jeu et leur transfert lors du fonctionnement de ce système.

Pour la tracer, on respectera les règles suivantes :

* Chaque sous partie du système est placé dans un bloc dont on donnera le nom.
* Si la sous partie est un convertisseur (modification de la nature de l’énergie sans variation de l’énergie interne), une flèche arrive au bloc donnant la nature de l’énergie absorbée, une flèche part du bloc donnant la nature de l’énergie fournie.
* Si la sous partie stocke ou fournie de l’énergie par elle-même (l’énergie interne varie), on placera la nature de l’énergie interne dans le bloc lui-même).

Exercice 9 : Tracer le diagramme énergétique des systèmes suivants :

* Un chauffe-eau électrique.
* Un chauffe-eau à gaz.
* Un véhicule électrique (batterie, convertisseurs statiques, moteur, transmission).
  1. **Une conséquence : conservation de l’énergie mécanique**
     1. **Cas des systèmes indéformables**

Dans le cas des systèmes indéformables la variation de l’énergie élastique du système est nulle.

On définit l’énergie mécanique *Em* d’un système comme la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

A condition que le système ne perde pas d’énergie sous forme de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, l’énergie mécanique du système se \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ce qui signifie qu’à chaque instant, le système possède toujours la même énergie mécanique.

Par exemple, pour un système en chute libre sans vitesse initiale, l’énergie du système est préalablement stockée entièrement sous forme d’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Au fur et à mesure de la chute, le système acquière de la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ donc de l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, celle-ci est « consommée » sur l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ qui décroît en conséquence. A la fin de la chute, l’énergie potentielle a été entièrement \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ et transformée sous forme d’énergie cinétique.

A l’inverse, lorsqu’on lance un objet (système mécanique) en l’air verticalement, on lui fournit de l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Celle-ci diminue lors de la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de l’objet pour devenir entièrement de l’énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ lorsque celui-ci atteint le \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de sa trajectoire.

Exercice 10 : un joueur lance une balle de masse *550 g* avec une vitesse verticale de *6,13 m/s*.

1. Calculer l’énergie cinétique que possède le système à l’instant initiale.
2. En déduire son énergie mécanique en prenant l’altitude *0* correspond à la position de la balle à l’instant initial.
3. A l’instant final, la balle a atteint son altitude maximale. En appliquant la conservation de l’énergie mécanique, donner la valeur de celle-ci.
4. En déduire la valeur de l’énergie potentielle du système à l’instant final puis la valeur de l’altitude atteinte par la balle.
5. Quelle est l’influence de la valeur de la masse de la balle dans cet exercice ? Conclusion.
   * 1. **Cas des systèmes élastiques (systèmes déformables)**

Dans le cas des systèmes déformables la variation de l’énergie élastique du système n’est plus nulle.

On définit alors l’énergie mécanique *Em* d’un système comme la somme de son énergie cinétique, de son énergie potentielle et de son énergie élastique :

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

A condition que le système ne perde pas d’énergie sous forme de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, l’énergie mécanique du système se \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ce qui signifie qu’à chaque instant, le système possède toujours la même énergie mécanique.

Exercice 11 : Un sportif s’entraîne sur un trampoline.

1. Effectuer une analyse énergétique des phénomènes intervenant lors des phases de montée, de descente et de rebond.
2. Donner la chaîne énergétique complète du phénomène.

Exercices à chercher (Hachette) : p. 250, n° 4, 5, 6 ; p. 251-253, n° 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ; p.74 QCM(3, 4, 5)

Exercices à chercher (Nathan) : p.168, n° 8-10 ; p.171-172, n° 16-18 ; p.78, n° 23, 24, 25

* 1. **Définition de la puissance**

Quand un chef d'entreprise engage une personne pour un jour de travail, il insiste pour que le travail soit effectif à chaque instant ; il achète ainsi une certaine quantité de travail horaire. La puissance est en gros la cadence du travail effectué :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Plus généralement, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Un moteur, qui exécute la même quantité de travail qu'un autre, mais en moitié moins de temps, est deux fois plus \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Si l'intervalle de temps *Δt* est fini, nous parlons de **puissance moyenne**, ou :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

L'idée d'unifier les mesures de la puissance, en utilisant celle fournie par un cheval était répandue avant que James Watt la définisse en 1783. Watt détermina qu'un cheval de trait pouvait exercer une force d'environ *667 N* en marchant à une vitesse de *4 km/h*. Ce taux de travail est de *745 J/s*, qu'il appela *1 cheval-vapeur* (en anglais *horse power hp*). Cette unité démodée est toujours utilisée aux Etats-Unis. Dans le système métrique, le *cheval-vapeur* (*ch*) vaut *736 W* et n'est quasiment plus utilisé sauf pour les moteurs thermiques des véhicules automobiles.

Une personne en bonne condition physique peut fournir une puissance de *75 W*, elle consomme alors *1 litre d'oxygène par minute*. Un athlète peut consommer jusqu'à *5,5 litres par minute* et développer une puissance proche de *400 W*. Sur des intervalles cours, une puissance beaucoup plus élevée peut être atteinte : plusieurs kilowatt sur une fraction de seconde.

Exercice 12 : L'ascenseur express de la tour Sears à Chicago à une vitesse moyenne de 548,6 m/min, lors de sa montée au 103ème étage, à 408,4 m au-dessus du sol. Supposant que la charge totale est de 1,0.103 kg, et que la force de traction des câbles compensent exactement le poids total de l'ascenseur, calculer la puissance des moteurs de l'ascenseur. On rappelle : accélération de pesanteur terrestre g = 9,8 m.s-2.

* 1. **Puissance mécanique**

Considérons un système en déplacement à vitesse constante *v* sous l’action d’une force de traction *F* constante. Afin de déplacer le système, la force exerce un travail sur celui-ci tel que : *W = F.d* , où *d* est la déplacement total du système sur une durée *t*.

Calculons la puissance mécanique *P* de la force de traction :

Or, le rapport est la \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ *v* du système :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Exercice 13 : Un tramway se déplace à la vitesse de 35 km/h. Il fournit alors une puissance mécanique de 45 kW. Calculer la valeur de la force de traction.

Exercices à chercher (Hachette) : p.75-78, n° 8, 12, 18, 20, 22, 24 ; p. 143 n° 10, p.252-253, n° 6, 14

Exercices à chercher (Nathan) : p.168, n° 9 ; p.171-172, n° 17-19 ; p.74, n° 1-2-4-5, p.76-77, n° 18-19-20

### Bilan de puissance - rendement

* 1. **Bilan de puissance pour un système à énergie interne constante**

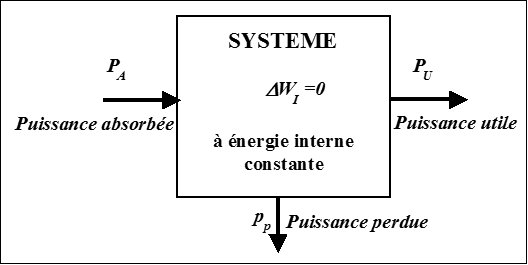
Considérons un système à énergie interne constante, ce qui est le cas de la majorité des appareils électriques. Si nous appliquons le principe de conservation de l'énergie à un tel système, nous obtenons la relation suivante : \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ où \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ est l'énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ par le système et \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ l'énergie \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ par le système à l'extérieur. Comme le système est à énergie interne constante, cette relation est vraie aussi sur les puissances :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ donc :

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Mais, toute la puissance fournie par le système n'est pas utilisée pour ce qu'il doit faire, car une partie est \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ sous forme \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. On distinguera, dans la puissance fournie, la partie effectivement utilisée pour le bon fonctionnement du système, que l'on appellera \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ utile *Pu* et la puissance dissipée sous forme de chaleur, que l'on appellera \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ *pp* ou \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_   
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_   
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



Exercice 14 : un moteur électrique absorbe une puissance électrique de 15 kW et fourni à sa charge une puissance mécanique de 12 kW. Identifier la puissance absorbée et la puissance utile. Calculer les pertes du moteur. Quelles peuvent en être les raisons ?

* 1. **Le rendement**

Le rendement détermine quelle part de la puissance absorbée est utilisée pour le fonctionnement attendu de l'appareil.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Exercice 15 : calculer le rendement du moteur de l’exercice 11.

Exercice à chercher (Hachette) : p.76 n° 17 ; p.141 n° 4, p.254 n°19

Exercice à chercher (Nathan) : p.77 n° 22