

> SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Approfondir ses connaissances

Matériaux et objets techniques

Représentation du fonctionnement d'un objet technique

Notion de grandeurs physiques associées au fonctionnement

Introduction

Les fiches connaissances ont pour objectif de présenter les principales connaissances et savoir-faire scientifiques et technologiques du thème « Matériaux et objets techniques » du programme de « Sciences et technologie » du cycle 3.

Ces fiches ne constituent en aucune manière un manuel d'enseignement des sciences et technologie ni un document pédagogique qui décrirait des situations d'enseignements. Elles sont destinées aux professeurs, afin de les aider à maîtriser les concepts et notions disciplinaires. Elles ne sont pas destinées aux élèves. Les contenus peuvent aller au-delà de ce qui est attendu dans les programmes.

Références au programme

DÉCRIRE LE FONCTIONNEMENT D'OBJETS TECHNIQUES, LEURS FONCTIONS ET LEURS CONSTITUTIONS

- Besoin, fonction d'usage et d'estime.
- Fonction technique, solutions techniques.
- Représentation du fonctionnement d'un objet technique.
- Comparaison de solutions techniques : constitutions, fonctions, organes.

Les élèves décrivent un objet dans son contexte. Ils sont amenés à identifier des fonctions assurées par un objet technique puis à décrire graphiquement à l'aide de croquis à main levée ou de schémas, le fonctionnement observé des éléments constituant une fonction technique. Les pièces, les constituants, les sous-ensembles sont inventoriés par les élèves. Les différentes parties sont isolées par observation en fonctionnement. Leur rôle respectif est mis en évidence.

Besoin, fonction d'usage et d'estime

Les objets techniques sont conçus, fabriqués, achetés et employés parce qu'ils rendent un service à l'utilisateur. Le service rendu est qualifié par la « fonction d'usage » (ex : se déplacer avec sa propre énergie, sur une distance de quelques centaines de mètres).

Elle est la réponse à un besoin (communiquer, transporter, écrire...). La fonction d'usage s'exprime par un verbe d'action à l'infinitif ; on la trouve en posant la question « À quoi ça sert ? ».

La fonction d'usage d'un objet est la même quel que soit l'utilisateur, et cela indépendamment de ses goûts et désirs. Ces derniers relèvent de l'estime que l'utilisateur peut avoir de l'objet considéré.

La notion d'estime est subjective. Elle définit ce qui peut faire qu'un objet suscite le désir de l'utilisateur. Elle s'inscrit dans un rapport à l'objet qui relève de facteurs sociaux et culturels. Fortement liée à son époque elle est en liaison avec l'esthétique ou le design de l'objet (formes, couleurs, matières, niveaux de performance technique, mode, style de vie, prix...).

Ces vélos de même taille remplissent la même fonction d'usage mais différents utilisateurs n'en ont pas la même estime.



En conclusion : un objet technique est conçu, fabriqué pour répondre à un besoin, ce besoin doit être exprimé avant sa conception pour assurer la viabilité économique de l'objet calculée sur la durée du cycle de vie. L'objet est décrit par la fonction d'usage pour son utilisateur, cette fonction est écrite dans le cahier des charges et doit prendre en compte la notion d'estime que peuvent éprouver les acquéreurs.

Exemple :

<p>Besoin particulier : bon confort en descente sur des chemins en mauvais état.</p>	<p>des suspensions sont installées entre les roues et le cadre.</p>	
<p>Fonction d'usage particulière : déplacer 2 personnes simultanément en combinant les efforts des deux cyclistes.</p>	<p>la structure du cadre comporte 2 selles et 2 pédales.</p>	
<p>Notion d'estime particulière : mode vintage.</p>	<p>la couleur du cadre, l'emploi de certains matériaux, l'ajout d'accessoires, la taille des pneus... rappellent le passé.</p>	

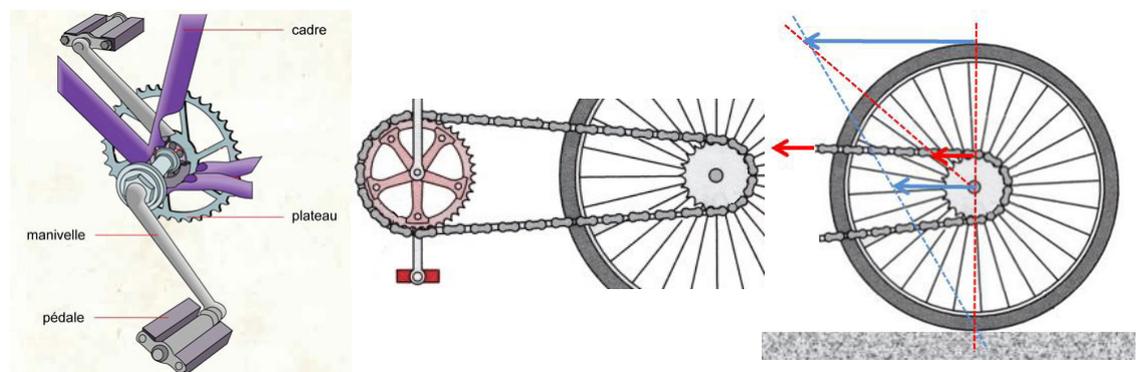
Fonction technique, solutions techniques

Il est possible de décomposer la fonction d'usage du système en fonctions techniques et solutions techniques.

- La fonction technique est le rôle des composants de l'objet. Elle répond à la question « Que doit faire l'objet pour réaliser la fonction d'usage ? ». Exemple de fonctions techniques du vélo : porter et déplacer l'utilisateur grâce à sa propre énergie en lui permettant de maîtriser son allure et sa trajectoire.
- La solution technique est la réalisation concrète (pièce mécanique, électronique...) de la fonction technique. La solution répond à la question : « Comment est fait l'objet ? ».

Exemple de solutions techniques du vélo :

- pour porter, la fonction technique est assurée par une structure faite d'un cadre, d'une selle et de roues rigides ;
- pour mettre en mouvement et utiliser l'énergie du cycliste, la fonction technique est assurée par un ensemble pédales, pignons, chaînes et roues.

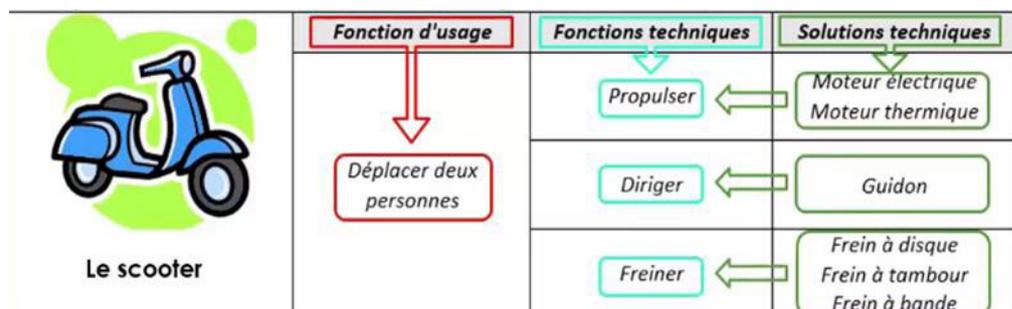


Solutions techniques différentes

Les fonctions techniques peuvent être réalisées de diverses manières en utilisant des solutions techniques différentes. Cela entraînera une conception, une fabrication et un coût différents.

Il peut exister plusieurs solutions techniques pour répondre à la même fonction technique et le choix de chaque solution technique dépend de plusieurs contraintes.

Exemple de représentation des diverses fonctions du scooter : freiner, diriger et propulser.



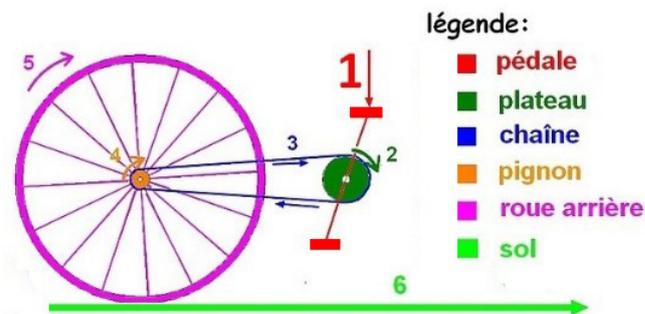
Représentation du fonctionnement d'un objet technique

La fonction technique et le principe de fonctionnement peuvent être décrit à l'aide d'outils de représentations graphiques (croquis, schéma, diagramme, dessin, maquette volumique virtuelle) mais aussi grâce à des langages (texte, algorithme, langages informatiques).

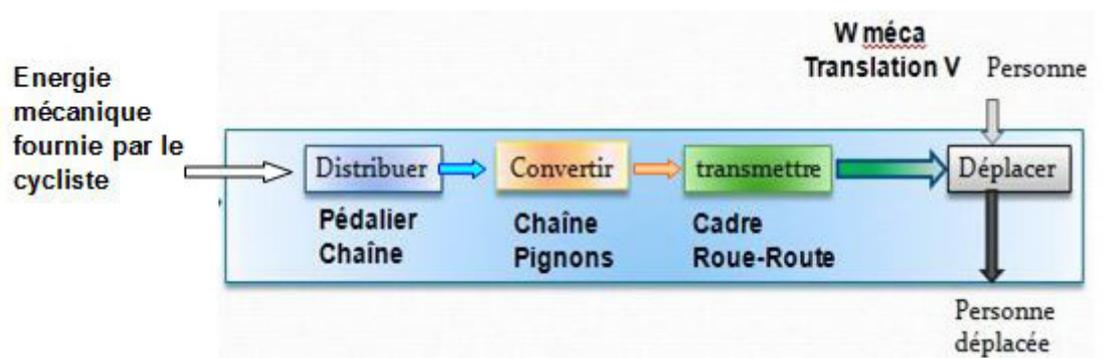
Le principe de fonctionnement décrit la suite des actions réalisées pour qu'un système réalise la fonction d'usage. Il montre les transformations réalisées qui permettent d'exploiter une source d'énergie pour produire l'action définie par la fonction d'usage.

Exemples de description du fonctionnement du vélo :

- **par écrit** : pour se déplacer en vélo, le cycliste appuie avec son pied sur une pédale. L'effort développé par sa jambe sur la pédale fait tourner le pédalier sur lequel est fixé le plateau denté. Le plateau entraîne la chaîne qui fait tourner le pignon sur la roue arrière du vélo. La chaîne transmet l'effort du plateau jusqu'au pignon. Comme le pignon est fixé à la roue arrière, la rotation et l'effort sont appliqués à la roue arrière. La puissance développée par le cycliste lui permet de vaincre la résistance qui s'exerce sur l'ensemble (route en montée, vent de face...);
- **par un schéma commenté** :



Si la fonction d'usage est le résultat d'un transfert d'énergie (exemple du vélo : de la source d'énergie musculaire vers une énergie mécanique), le principe de fonctionnement peut être complété par une représentation schématique de la chaîne d'énergie.



Pour aller plus loin

Pour être rigoureux dans la description des systèmes et de la façon dont l'énergie est transmise, il est nécessaire de préciser quelques concepts.

Force

C'est une grandeur qui s'exprime en « Newton ». Elle est caractérisée par son point d'application, sa direction, son sens, et son intensité. Elle se mesure avec des dynamomètres (dont le principe le plus simple est la déformation d'un ressort).

On dira qu'un cycliste est « fort » s'il est capable d'exercer un effort suffisant pour permettre le déplacement dans des conditions imposant de fortes contraintes, par exemple pour démarrer sur une route à forte pente.

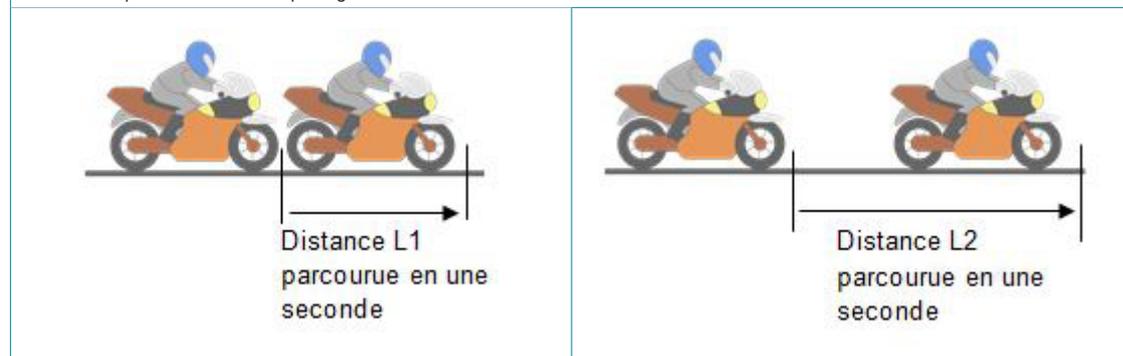
Vitesse

En cinématique, elle qualifie le déplacement dans l'espace d'un point dont on repère la position dans un référentiel. On peut la qualifier par son intensité, son sens et sa direction. Son intensité s'exprime en mètre par seconde ($m.s^{-1}$). Si tous les points d'un objet se déplacent à la même vitesse, on peut parler de la vitesse de l'objet. C'est une grandeur qui se mesure directement avec des tachymètres, ou qui peut se déduire par les mesures du temps nécessaire (chronomètre) pour parcourir un espace donné (mesure d'une longueur).

Les deux motards roulent à vitesse constante.

Le premier motard parcourt une distance L1 en une seconde, le second motard parcourt une distance L2 en une seconde.

La distance parcourue par le second motard est plus grande que celle parcourue par le premier motard pendant le même temps, sa vitesse est plus grande



Énergie

C'est une grandeur caractéristique d'un système physique, gardant la même valeur au cours de toutes les transformations et exprimant la capacité du système à modifier l'état d'un autre système avec lequel il est en interaction. L'énergie se manifeste par la production de chaleur, de travail ou de rayonnement. Elle n'apparaît qu'au travers des effets qu'elle produit. Son unité est le JOULE.

« Grandeur qui représente la capacité d'un corps ou d'un système à produire un travail, à élever une température. (Dictionnaire encyclopédique « HACHETTE » édition 1980) ».

Les formes d'énergie

Il est possible de qualifier l'énergie par la nature de l'effet observé sur le système réel. On obtient alors différentes formes, qui sont convertibles. On l'utilise sous forme mécanique (liée au mouvement : énergie cinétique, énergie potentielle), thermique (chaleur), électrique (engendrée par des différences de charges électriques), chimique (stockée sous la forme de liaisons chimiques, exploitée par les êtres vivants lors de la respiration et des fermentations, ou par combustion dans les moteurs thermiques), nucléaire (libérée par fission ou fusion de noyaux d'atomes) ou lumineuse (rayonnement).

L'énergie, quelque soit sa forme, est toujours quantifiée en Joule. La physique établira les liens entre les effets observés, par exemple la vitesse d'un objet ou le courant dans un circuit électrique, et l'énergie associée.

Pour la forme mécanique, on appelle énergie mécanique celle qui résultera du travail d'une force entre deux points. Dans le cas simple où la direction de la force est la même que celle du déplacement et de même sens, l'énergie est quantifiée par le produit de l'intensité de la force et de la distance parcourue.

L'énergie cinétique est celle liée à la vitesse d'un objet doté d'une masse.

Exemple

Le phénomène physique observé est la vitesse du train. On lui associe une énergie W de forme mécanique cinétique, quantifiée en Joules par la relation

$$W = \frac{1}{2} mV^2$$

Où m est la masse en mouvement



L'énergie est une grandeur qui est toujours conservée. Dans les systèmes réels, lors de la transformation d'une énergie en d'autres formes d'énergie, la valeur totale de l'énergie est conservée. Lors de cette transformation, il peut y avoir production d'une forme d'énergie non désirée, la chaleur. Dans ce cas on qualifie cette énergie comme étant « des pertes » car cette énergie n'est pas utile au système. Par exemple un moteur électrique transforme l'énergie reçue sous forme électrique en une énergie sous forme mécanique. Cela s'accompagne d'une transformation partielle de l'énergie en chaleur, non souhaitée et donc qualifiée de pertes.

Puissance

Grandeur qui quantifie la variation d'énergie dans le temps. Au sens mathématique, la puissance est la dérivée par rapport au temps de l'énergie définie comme une fonction du temps. Son unité est le Watt, elle se mesure avec un Wattmètre.

En mécanique, dans le cas le plus simple obtenu lorsque le sens et la direction de la vitesse V sont les mêmes que le sens et la direction de la force F à l'origine du déplacement, la puissance est le produit de l'intensité de la force et de la vitesse.

$$P = F \times V$$

Pour les anciens, le labourage consistait à déplacer la charrue grâce à la force développée par un cheval sur la longueur d'un sillon, définissant ainsi l'énergie nécessaire à creuser ce sillon. La capacité d'un cheval à labourer rapidement renseignait sur sa puissance. C'est la raison pour laquelle on trouve encore en mécanique une unité de puissance équivalente à un cheval. Un cheval est équivalent à 736 Watt.

Cette unité est encore utilisée de nos jours (le moteur de cette moto a une puissance maximale de 100 ch), mais c'est le Watt (W) du système international qui est à utiliser à bon escient.

On dira qu'un cycliste est « puissant » s'il est capable de faire varier rapidement l'énergie du mouvement, c'est-à-dire d'augmenter rapidement sa vitesse grâce à une bonne accélération. C'est la caractéristique recherchée chez un pisteur (coureur cycliste sur une piste de vélodrome).

Dans l'exemple pour le cycliste, la représentation des transferts de puissance est réalisée de manière simplifiée, en négligeant les pertes dans les liaisons entre les pièces (montage des organes avec roulements à billes...). Dans ce cas toute la puissance développée par le cycliste est transmise à la roue arrière. La puissance sera calculée à partir de la force nécessaire F au déplacement du cycliste et de sa vitesse V , selon la relation $P = F \times V$.