

Programme

Cycle 2 :

Les objets et les matériaux

Réalisation d'un circuit électrique simple.

Principes élémentaires de sécurité des personnes et des biens dans l'utilisation de l'électricité.

Cycle 3 :

Monde construit par l'homme

Circuits électriques alimentés uniquement avec des piles : bornes, conducteurs et isolants ; quelques montages en série et en dérivation.

Principes élémentaires de sécurité électrique.

Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

« Courant » est employé dans de nombreux sens : adjectif (une situation courante), verbe (en courant, je suis tombé), nom (courant d'eau, d'air...). « Conducteur » désigne aussi le conducteur d'une voiture. « Ferme la lumière » signifie en général « Éteins la lumière », alors que, en termes de physique, le courant circule lorsque le circuit électrique est fermé. Pour éteindre la lumière il faut, en termes de physique, ouvrir le circuit.

Le programme, en cohérence avec celui du collège, préconise d'utiliser « borne » à la place de « pôle », car ce dernier mot désigne aussi les pôles de la Terre et les pôles d'un aimant.

Difficultés provenant des idées préalables des élèves

L'utilisation de l'électricité est associée à la notion de danger. On s'appuie, en classe, sur cette idée salutaire pour rendre rationnels les comportements relatifs à la sécurité.

Les élèves les plus jeunes ne savent pas toujours qu'une source d'énergie (une pile par exemple) est nécessaire pour produire un effet. Ils sont habitués, dès le plus jeune âge, à agir sur un « bouton » (interrupteur ou bouton-poussoir) pour allumer une lumière ou mettre en marche un jouet. C'est celui-ci qu'ils imaginent être la cause première de l'effet obtenu. Dans les installations domestiques, deux fils conducteurs sont en général présents dans un même cordon. Les élèves ont ainsi l'impression que le courant est amené de la « prise » à l'appareil

électrique par un seul fil, et est absorbé par l'appareil, sans idée de retour ou de circulation du courant.

Lorsque les manipulations faites en classe ont permis d'aborder la notion de circuit électrique, cette notion reste souvent associée à l'idée selon laquelle chaque borne de la pile envoie « quelque chose » dans l'ampoule dont la rencontre produit de la lumière, ou encore à l'idée selon laquelle le courant « s'use » en circulant dans le circuit (au lieu de considérer qu'un même courant circule, d'une borne de la pile à l'autre dans un circuit en série).

Les élèves associent souvent la propriété « être conducteur » à l'objet et non à la substance qui le constitue.

Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

Attention

Il faut attirer l'attention des élèves sur le fait que l'on ne doit pas refaire à la maison, avec les prises de courant, les expériences faites en classe avec des piles.

Il est indispensable que les expériences soient réalisées avec des montages comportant des contacts électriques fiables ; il convient, en particulier, de disposer assez rapidement de supports pour les ampoules.

Au niveau de l'école primaire, les notions d'isolant et de conducteur sont des notions uniquement pratiques, liées au dispositif utilisé : si l'on utilise un appareil témoin peu sensible (ampoule), l'eau du robinet est classée comme isolante, les métaux sont

classés comme conducteurs, alors qu'avec un témoin plus sensible (diode électroluminescente), l'eau du robinet peut être classée comme conductrice. Attention, on trouve maintenant des plastiques qui sont conducteurs de l'électricité.

Les activités réalisées avec des piles ne présentent pas de danger si ce n'est en cas de court-circuit prolongé (bornes de la pile reliées par un fil « parfaitement » conducteur) qui peut conduire à des dégagements de chaleur importants et à la détérioration des piles, laissant couler les substances corrosives qu'elles contiennent. Les courts-circuits peuvent se produire dans trois circonstances que le maître doit pouvoir contrôler :

- lors des tâtonnements des élèves. Le maître doit les mettre en garde que s'ils sentent que la pile ou les fils deviennent chauds, ils doivent immédiatement débrancher ou le prévenir;
- lors du rangement des piles. Ne pas les laisser « en vrac » mais les disposer correctement les unes à côté des autres ; préférer des boîtes en bois ou en carton aux boîtes métalliques;
- lors du transport. Il est en effet fréquent de demander aux parents de prêter une pile pendant la durée de la séquence d'électricité. Au cours d'un déplacement, les piles peuvent se mettre en court-circuit dans le cartable (par l'intermédiaire d'un compas, d'une fermeture éclair...). Pour prévenir ces risques, il est conseillé d'envelopper chaque pile dans un sachet plastique.

Connaissances

– Une pile peut faire circuler de l'électricité (un courant électrique) dans une chaîne continue et fermée, formée de la pile et d'objets conducteurs reliant une borne de la pile à l'autre (circuit électrique fermé). Dès que cette chaîne est interrompue, l'électricité (le courant électrique) ne circule plus du tout, y compris dans la pile. En revanche, lorsque l'on met ses doigts dans une prise électrique, on « ferme le circuit », ce qui présente un grave danger.

– Le témoin du passage du courant électrique, à l'école primaire, est une ampoule montée en série dans ce circuit. C'est avec ce témoin que l'on classe les matériaux en conducteurs et isolants.

La réalisation de montages en série ou en dérivation ne s'accompagne d'aucune définition théorique. En revanche, il peut être demandé de dessiner le chemin que peut suivre l'électricité (le courant) et constater qu'à un circuit série correspond une boucle unique

et qu'à des circuits dérivés correspondent autant de boucles qu'il y a de dérivations.

– Une pile électrique comporte deux bornes qui sont notées + et -.

– Le passage de l'électricité dans le corps humain présente des dangers qui peuvent être mortels.

Pour en savoir plus

– Tension de sécurité : en milieu humide, il est dangereux de soumettre le corps humain à une tension de plus de 24 V. La tension du secteur (220 V) présente donc toujours des risques mortels : ainsi, est-il extrêmement dangereux d'utiliser un appareil électrique (séchoir à cheveux par exemple) avec les pieds dans l'eau.

– Les piles débitent du courant continu qui, dans la partie du circuit extérieure à la pile, circule toujours de la borne + vers la borne -. Les centrales électriques qui alimentent les prises de courant, les alternateurs de bicyclette, débitent du courant alternatif. Cette distinction n'est à aborder à l'école primaire que par ses conséquences concrètes. (Comment placer les piles dans un appareil compte tenu du fait que les deux bornes sont électriquement différentes ? Le sens de rotation d'un moteur alimenté par des piles est-il affecté par le sens de leur branchement ?)

– Dans le cas de circuits dérivés comprenant chacun une ampoule, chacune d'entre elles brillerait exactement comme si elle était seule, si la pile était ce que l'on appelle une source de tension idéale. Cette propriété n'est en fait qu'approchée en raison de l'énergie dissipée à l'intérieur de la pile¹. Aussi, si l'on branche plusieurs ampoules en dérivation sur une même pile, chacune brille en général un peu moins que si elle était seule. Ce n'est pas le cas pour le secteur, plus proche d'une source de tension idéale. L'ampoule du salon brille comme si elle était seule, que les ampoules des autres pièces soient ou non allumées.

Une pile est également non idéale en ce sens que son efficacité (tension à ses bornes en circuit ouvert) diminue au cours du temps même si elle ne débite pas, en raison d'une lente évolution des substances qu'elle contient.

– Une pile consomme plus d'énergie (s'use plus vite) lorsqu'elle est reliée à deux circuits dérivés comprenant chacun une ampoule identique que lorsqu'elle est reliée à ces deux mêmes ampoules montées en série.

Réinvestissement

Fiche n° 16 « Énergie ».

1. Cette propriété, appelée résistance interne, a pour conséquence que la tension aux bornes de la pile est différente de sa « force électromotrice » et dépend du circuit dans lequel elle débite.

Léviers et balances

FICHE 24

Programme

Cycle 3 :

Monde construit par l'homme

Léviers et balances : réalisation de l'équilibre.

Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Le vocabulaire courant confond poids et masse, mais il n'est pas utile d'aborder cette distinction à l'école primaire. Il suscite de nombreuses confusions entre force, effort, poids, et parfois même vitesse, mouvement. Ces notions sont trop complexes pour être définies ou même abordées à l'école primaire. L'enseignant pourra, dans les cas où cela n'entraîne pas une lourdeur excessive, employer lui-même un vocabulaire correct, mais il ne semble pas possible d'insister auprès des élèves sur ces éventuelles confusions.

Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Les efforts, les forces, sont, pour les élèves, exercés par les muscles ; ils produisent de la fatigue. Le fait qu'un objet inerte puisse exercer une force sur un autre objet nécessite donc une transposition difficile. Il est donc proposé d'employer, sans chercher du tout à le définir, le terme utilisé en physique (force), plutôt que « effort », « action », qui évoquent davantage l'intervention d'un être vivant.

Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

L'étude de situations de rotation d'un solide autour d'un axe fixe suppose, dans le cas général, la maîtrise de compétences abordées seulement au lycée. À l'école primaire, on se limite donc à l'étude de dispositifs (réels, fabriqués ou simulés) dans lesquels l'équilibre est obtenu avec un fléau horizontal : balançoire horizontale, balance romaine, flèche d'une grue, « mobiles » construits par les élèves.

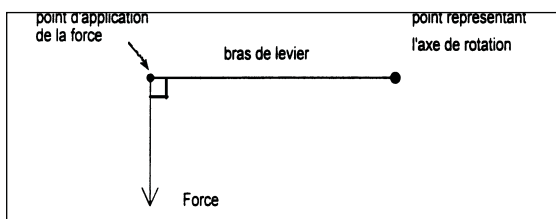
Connaissances

- Un objet qui peut tourner autour d'un axe fixe peut rester en équilibre s'il est soumis à des forces dont les effets se compensent.
- Pour faire tourner l'objet, une grande force a plus d'effet qu'une petite force appliquée à la même distance de l'axe.
- Pour faire tourner l'objet, une même force a davantage d'effet si elle est appliquée à une plus grande distance de l'axe.

Pour en savoir plus

Les « Connaissances » énumérés ci-dessus conviennent pour étudier les situations abordées à l'école primaire. Elles ne constituent toutefois une formulation exacte que sous les conditions suivantes :

- la force est dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation ;
 - dans ce plan, la droite d'action de la force et la droite qui joint le point représentant l'axe de rotation au point d'application de la force sont perpendiculaires.
- Le mot « effet » (formulation à destination des élèves) recouvre la notion physique de moment d'une force. Le moment d'une force est égal au produit du bras de levier par l'intensité de la force. Le bras de levier est la distance du point d'application de la force à l'axe de rotation.



Réinvestissements, notions liées

Les équilibres interviennent dans de nombreux dispositifs pratiques.

Les notions physiques sous-jacentes aux situations étudiées (force, distinction poids/masse, moment d'une force) ne font pas partie du programme de l'école primaire.

T ransmission de mouvements

FICHE 25

Programme

Cycle 2 :

Les objets et les matériaux

La découverte de quelques objets, de leurs usages et de leur maniement ; les règles de sécurité qu'ils impliquent.

Cycle 3 :

Monde construit par l'homme

Objets mécaniques ; transmission de mouvements.

Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Voir la fiche n° 21, en particulier à propos de l'emploi du terme « force ».

Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Rien de particulier n'est à signaler dans ce domaine. Au contraire, les élèves ont plutôt de bonnes aptitudes à comprendre les mécanismes : cela correspond à leur forme de pensée fondée sur des relations de cause à effet.

Quelques écueils à éviter lors des observations et manipulations

Les mécanismes n'ont pas à être étudiés pour eux-mêmes.

Leur utilité doit être justifiée par leur emploi dans des dispositifs réels.

Il est indispensable d'opérer avec du bon matériel ou de bons matériaux. Le choix des dispositifs à construire doit donc dépendre des ressources de l'école.

L'étude quantitative des engrenages (proportionnalité inverse entre le nombre de tours d'une roue dentée et son nombre de dents) n'est pas au programme de l'école. D'éventuels prolongements de cet ordre ne doivent pas occulter l'intérêt qualitatif du dispositif.

Connaissances

La liste indicative ci-dessous est destinée à aider les enseignants à repérer l'utilité des mécanismes les plus habituels.

Mécanisme	Fonction	Exemples d'utilisation
Poulie simple	Transmettre un mouvement de translation de manière à modifier la direction de l'effort à exercer sans en modifier l'intensité. En somme, l'utilité d'une poulie réside dans le fait qu'elle permet à l'ouvrier de travailler dans une position plus confortable.	Dispositifs de levage, grues.
Engrenages (deux roues dentées entraînées l'une par l'autre) ; transmission par chaîne	Transmettre et transformer des mouvements de rotation de manière à modifier l'effort à appliquer et la vitesse de rotation (de façon indissociable, voir le paragraphe « Pour en savoir plus »).	Perceuse, changement de vitesse (bicyclette), essoreuse à salade, grue...
Système bielle-manivelle	Transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation alternatif (va-et-vient). Réciproquement, transformer un mouvement de translation alternatif en un mouvement de rotation.	Scie sauteuse, machine à coudre... Piston de moteur...

Système pignon-crémaillère	Transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation.	Funiculaire, train à crémaillère ; porte d'écluse ; loupe binoculaire, microscope...
----------------------------	--	--

Pour en savoir plus

Dans le cas des systèmes en rotation, la grandeur physique qui rend compte de ce qu'intuitivement on appelle « l'effort » est le couple exercé (plus précisément, le moment de ce couple). Il représente en quelque sorte « l'effort pour produire la rotation ». Rien n'oblige les enseignants à maîtriser ces distinctions et, bien entendu, il est déraisonnable d'essayer de les faire percevoir aux élèves.

Tous les dispositifs de transmission du mouvement transmettent aussi de l'énergie. Dans le cas idéal où les frottements sont considérés comme négligeables, l'énergie mécanique disponible à la sortie est égale à celle qui est fournie à l'entrée ; dans les cas réels, elle est toujours un peu inférieure, une partie de l'énergie étant dissipée par frottement avec production de chaleur.

Si l'énergie se conserve, il n'en va pas de même des différentes composantes de la situation physique

(effort exercé, vitesse de rotation). Par exemple, dans le cas des engrenages, deux cas peuvent se produire. En entraînant le petit pignon (placé en « sortie ») par un gros pignon (en « entrée »), on augmente la vitesse de rotation alors qu'on réduit le couple. Réciproquement, un petit pignon en « entrée » et un gros pignon en « sortie » conduit à une augmentation du couple mais à une diminution de la vitesse de rotation. Il est facile de montrer cela à partir de la construction du système de levage d'une grue. Pour augmenter la charge pouvant être soulevée, il convient de réduire au maximum le pignon d'entrée et d'augmenter celui de sortie. Ce faisant, on réduit la vitesse de levage. Il est fondamentalement impossible de gagner sur les deux tableaux.

Réinvestissements, notions liées

Fiche n° 24 « Leviers et balances » : levier.

Fiche n° 16 « Énergie »).