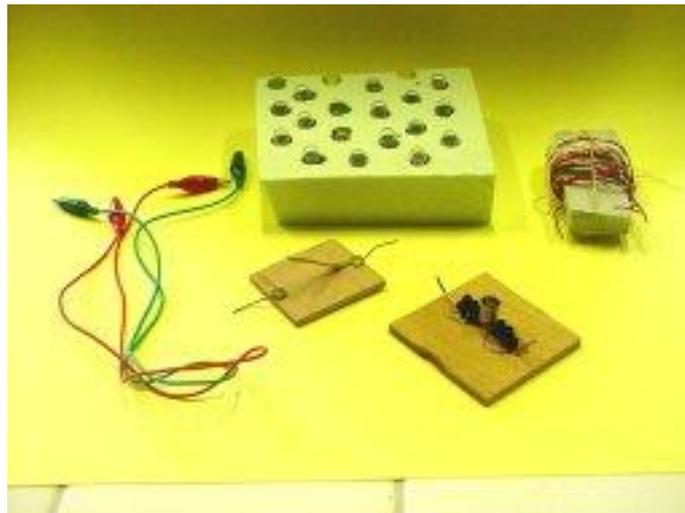


Electricité 1

Le circuit électrique simple



Liste du matériel nécessaire pour 32 enfants travaillant par groupes de 2 ou 4:

- 17 lampes 3,5V 0,2A placées dans un bloc de styrodur
- 16 douilles à picots montées sur plaquette bois ou douilles en bakélite
- 8 paquets de fils comprenant :
 - 4 fils électriques non dénudés
 - 4 fils de cuivre nu
 - 4 fils de lin (ficelle de cuisine)
- 16 interrupteurs pédagogiques à lame de laiton montés sur plaquette
- 40 fils à pinces crocodiles

Le tout dans une mallette contenant un livret pédagogique.

Prévoir l'achat de 16 piles plates 4,5V

Pistes pédagogiques

Une partie du matériel peut-être utilisée en fin de cycle 1 de manière informelle en s'intéressant surtout à la description de la première séance.

Niveau : cycle 2 ou cycle 3 si le sujet n'a jamais été abordé jamais traité auparavant.

Mise en place de la séquence

- organisation de l'espace d'expérimentation (tables par groupes de 4 élèves, circulation facile, chaises rangées)
- prise en compte du carnet d'expériences
- travail coopératif souhaitable pour la distribution et le rangement du matériel dans la mallette
- prise de parole et compte rendu intermédiaire oral des différents groupes

1^{ère} séance : allumer l'ampoule

- Question initiale: nous avons une petite maison de poupée. Quand il fait nuit, nous voulons l'éclairer. Comment faire?
- Rassembler toutes les propositions des enfants.
- Retenir celle qui utilise l'ampoule électrique. Demander aux élèves de prévoir le matériel sur le cahier d'expérience et de dessiner ce qu'ils envisagent de faire.
- Expérimentation : une pile plate et une lampe (3,5V - 0,2A) sans fils ni douille.
- Dessiner sur le carnet d'expériences.
- Synthèse collective.
- Evaluation éventuelle par collage d'étiquettes représentant une pile et une lampe.

Mots clés : pile, lampe ou ampoule, bornes.

L'introduction d'un vocabulaire trop précis (plot, culot, filament) n'est ni importante, ni pertinente à ce niveau

2^{ème} séance : avec des fils

- Question : comment allumer l'ampoule loin de la pile ?

- Hypothèses : ajouter des fils mais les enfants n'ont pas spécialement d'idées sur la nature des matériaux utilisés.
- Expérimentation : on leur propose différents fils qu'ils vont tester à condition de bien réaliser les connexions. Cette phase peut-être très longue et il faut laisser le débat s'établir dans le groupe.
- Synthèse : chaque groupe expose ses conclusions pour arriver à une trace écrite commune.
- Trace écrite : reprendre les conclusions (fils en fer, en cuivre non recouverts de plastique ou de vernis aux extrémités). Reprendre les étiquettes de la pile et de la lampe, les coller à distance et demander de dessiner les fils de connexion.

Mots clés : fils de connexion, cuivre, fer, conducteur électrique, isolant électrique, fil dénudé, fil isolé.

On peut alors simplifier progressivement le dessin de la trace écrite pour obtenir un croquis épuré intermédiaire entre le dessin et le schéma électrique. Dans les nouveaux programmes, la schématisation du circuit n'est plus exigible. On peut tout de même se mettre d'accord dans la classe sur une représentation commune et signifiante des différents composants.

3^{ème} séance : avec des fils et sans tenir.

- Question : comment faire pour que la lampe brille loin de la pile mais sans être obligé de tenir les fils de connexion ?
- Hypothèses : admettre toutes les propositions (scotch, cales ...) et présenter la douille à ailettes (ou support de lampe) et le fil à pinces crocodiles.
- Manipuler : pour répondre à la question posée. On veillera à ne pas visser trop fort les lampes dans les douilles. Certains enfants éprouvent des difficultés à ouvrir les pinces crocodiles ; il faut les encourager car cette activité participe à la maîtrise du geste expérimental
- Dessiner : montage avec lampe sur sa douille avec fils crocodiles.

Mots clés : douille, pince crocodile, circuit fermé, circuit ouvert.

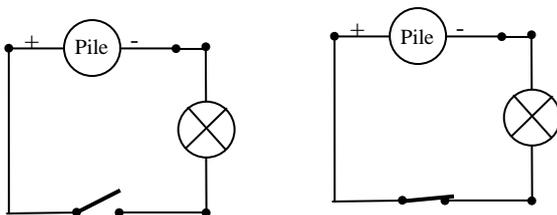
Remarque : les pannes éventuellement rencontrées (fils, contacts, pile usée, etc.) sont des occasions à saisir pour mettre les élèves dans une situation d'investigation raisonnée expérimentale et naturelle.

4^{ème} séance

- **Question** : Comment allumer et éteindre la lampe sans débrancher les fils à pinces crocodiles ?
- **Hypothèses** : on peut utiliser "le bouton" qu'il y a dans les maisons, couper le fil avec des ciseaux (sécurité), dévisser la lampe, etc.
- **Expérimenter** : avec du fil et des trombones, des punaises en laiton, des interrupteurs du commerce et des interrupteurs didactiques à lame souple, etc.

Attention, certains enfants placeront l'interrupteur en dérivation sur les bornes de la pile provoquant un court circuit et l'ampoule s'éteindra. Pour qu'ils prennent conscience de l'erreur, recommencer au bureau avec une batterie et une lampe 12V : les fils s'enflamment. Lorsqu'on utilise l'interrupteur didactique à lame souple, on voit bien que lorsqu'il est ouvert, la lampe ne peut pas briller. Ne pas oublier de faire changer la place de l'interrupteur dans le circuit.

- **Trace écrite** : schéma du circuit fermé et du circuit ouvert comprenant un interrupteur.



Mots clés : circuit ouvert, circuit fermé, interrupteur, court-circuit.

Remarque : ces schémas, proches du schéma normalisé en électricité ne constituent pas un objectif d'apprentissage à l'école primaire.

6^{ème} séance et suivantes :

Objets technologiques à fabriquer.

Selon les besoins de la classe on peut réaliser de nombreux objets technologiques :

- sapin lumineux ou clown au nez lumineux en GS ou CP.
- clown dont le nez s'allume lorsqu'il se croise les mains. (CE1)
- maison de poupée (CE2) avec interrupteur à levier ou à glissière.
- jeu de question - réponse (CE1)

Quelques fiches techniques destinées au maître sont proposées sur le site **lamap22** à la rubrique « objets techniques ».

Les élèves peuvent avoir de réelles difficultés à réaliser l'objet car les branchements électriques ne se font plus à plat sur la table mais dans l'espace et souvent il faut traverser des parois pour brancher. Le travail coopératif entre élèves est alors tout à fait efficace.

La réalisation et (ou) la lecture de la gamme de fabrication est une activité à privilégier pour favoriser l'intégration de la maîtrise de la langue dans le domaine de la technologie.

Prolongements. (mallette à améliorer)

- utiliser un buzzer à la place de la lampe :



cet appareil a un sens de branchement (polarisé).

- Utiliser des interrupteurs du commerce à la place de l'interrupteur didactique.
- Réaliser deux circuits (lampe et buzzer) utilisant la même pile (à réserver au cycle 3).

Si on veut développer la ligne du programme « Principes élémentaires de sécurité des personnes et des biens dans l'utilisation de l'électricité » ajouter des détecteurs de conductivité réalisés avec des circuits musicaux de cartes d'anniversaire ou des DEL (diodes électroluminescentes) à très faible consommation. On peut fermer un circuit avec de l'eau du robinet, l'eau déminéralisée ou le corps humain (les enfants peuvent se donner la main pour former le circuit).

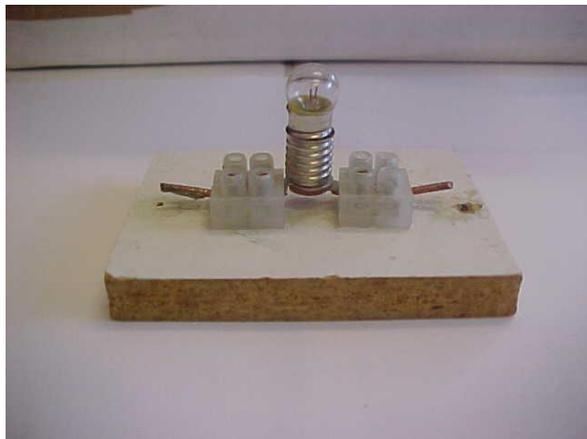
Quelques photographies pouvant servir à construire des évaluations.



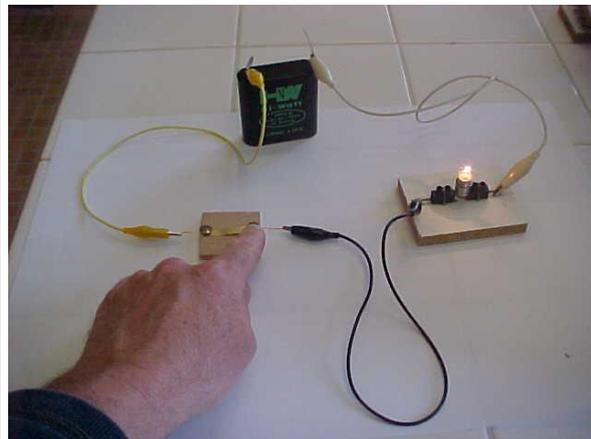
Lampe seule



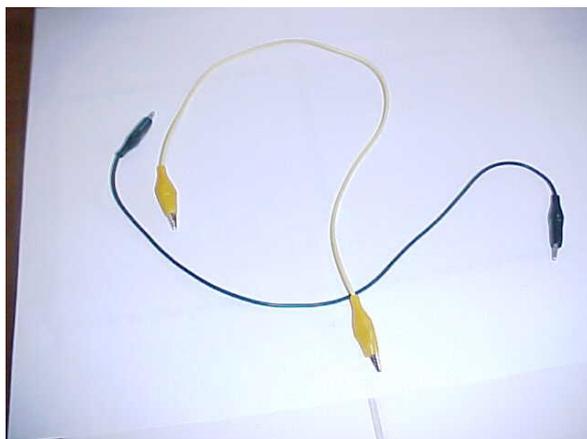
Circuit ouvert avec interrupteur



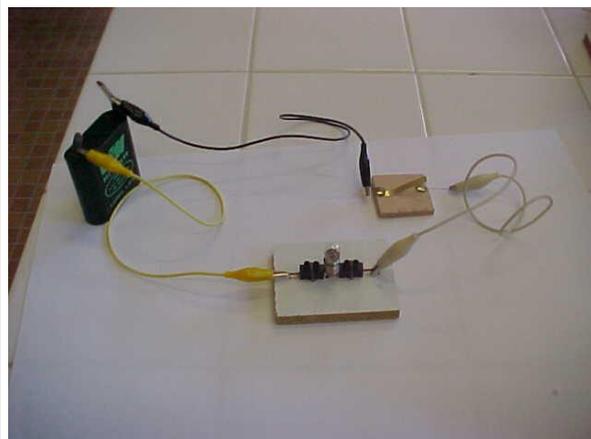
Lampe avec son support (douille)



Circuit fermé



Fils de connexion



Autre circuit ouvert

Fiche F 20**ELECTRICITE****1. Programme**

- Cycle 2. : Réalisation d'un circuit électrique simple (pile, lampe, interrupteur). Principes élémentaires de sécurité des personnes et des biens dans l'utilisation de l'électricité.

- Cycle 3 : Circuits électriques alimentés uniquement avec des piles : conducteurs et isolants ; quelques montages en série et en dérivation.

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

2. 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

3. 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 (cycle 1, début du cycle 2) 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.

4. Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations.

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 hormis 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.

5. 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.

6. Pour en savoir plus.

Tension de sécurité : en milieu humide, il est dangereux de soumettre le corps humain à une tension de plus de 24V. La tension du secteur

(220V) présente donc toujours des risques mortels : ainsi, il est 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 pile.¹ 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.

7. Réinvestissements, notions liées.

Voir la fiche F13 « 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.