

Construisons un jeu électrique

Un grand classique revisité

Fabriquer un jeu de "question-réponses"... et une ampoule s'allume si les enfants relient convenablement une question et sa réponse.

Le principe du jeu

Le jeu proposé aux enfants fonctionne sur le principe suivant: le dessus du jeu comporte un pupitre sur lequel on pose des fiches perforées, qui contiennent 9 questions et 9 réponses. Toutes les fiches sont faites sur le même gabarit. Seule l'ampoule et les deux fils électriques qui permettent de sélectionner la question et la réponse sont visibles, le circuit étant enfermé dans un boîtier indémontable.

Le circuit câblé dans le jeu associe systématiquement la question 1 à la réponse C, la 2 à la A, la 3 à la B, et la 4 à la E... quelles que soient les fiches posées sur le support. Après un premier plaisir de jouer, la limite de ce montage apparaîtra aux enfants. Dès qu'ils auront constaté et mémorisé les emplacements « justes », le jeu perd tout son attrait.

Les objectifs

Le but est de faire découvrir quelques notions de base d'un circuit électrique. La réalisation d'un jeu qui fonctionne est le projet final, mais chaque séance proposera divers problèmes à résoudre.

Ce que la séquence va faire travailler :

- Les circuits électriques simples ; la distinction entre circuit en série et circuit en dérivation.
- Le vocabulaire : bornes, conducteur, isolant, pile...
- Les principes élémentaires de sécurité.

La séquence décrite ici a été mise en place en CE2, auprès d'élèves n'ayant jamais travaillé sur le thème de l'électricité. Aussi est-il possible d'envisager un parcours plus rapide pour des élèves ayant quelques notions dans ce domaine.

Découpage de la séquence

Cette séquence se partage en deux étapes :

- Construire la maquette du jeu montré : comprendre le principe de fonctionnement du jeu, représenter le circuit électrique caché.
- Adapter ce jeu et l'améliorer : dissocier le circuit électrique du support de celui des fiches. Chacune portera son propre circuit, ce qui permettra de les présenter sous d'autres formes.

Les enfants découvriront ces contraintes au fur et à mesure de la séquence.

Déroulement de la séquence

Préalable : disposer d'un jeu fonctionnel →

Séance 1 : comment ce jeu fonctionne-t-il ? →

Séance 2 : allumer une ampoule →

Séance 3 : pile et ampoule →

Séance 4 : et les fils →

Séance 5 : le circuit du jeu →

Séance 6 : amélioration du circuit →

Séance spéciale : isolant conducteur →

Ateliers en autonomie →

Le matériel →

Evaluation du projet

- En fin de séquence, les jeux réalisés doivent fonctionner.

Situations possibles pour évaluer les acquis des élèves :

- Faire détecter une panne dans le circuit électrique par exemple celui d'une maquette de maison de poupée construite par une autre classe.
- Dessiner le schéma d'un montage électrique.

Prolongements possibles

- Les dangers de l'électricité
- D'où vient l'électricité qui arrive jusqu'à nos prises ?
- Quelles sont les différentes sources d'énergie ?
- Comment s'éclairait-on autrefois ? Qui a inventé la pile ? l'ampoule ? Etc.
- Projet de fabrication technologique d'un boîtier en bois.
- Construction d'autres jeux électriques, qui permettent de reprendre cette démarche de découverte d'un circuit dans une maquette : le catamaran à hélices, le phare, le nez du clown, le sapin éclairé, la main qui tremble.... (Voir les fiches techniques sur le site *La main à la pâte* des Côtes-d'Armor : <http://lamap22.free.fr>)

Le matériel nécessaire

*Pour la construction du jeu de départ
(par le maître)*

Voir une réalisation possible

Pour la réalisation du circuit du jeu, par binôme

- ampoules et supports d'ampoules
- piles plates
- tournevis
- fils électriques (dénudés et non dénudés)
- attaches parisienne ou punaises
- barquettes creuses en polystyrène (d'environ 20 x 25 cm) faciles à percer

A prévoir aussi, une caisse de réserve

- interrupteurs de différentes sortes
- ampoules de diverses tailles
- piles rondes, piles plates démontées
- loupes
- moteur
- ruban adhésif
- et tout autre matériel dont les élèves auraient besoin en fonction de leurs hypothèses (ex : des dominos). Chaque fois qu'un élève sollicitera du matériel supplémentaire, on lui fera dire et écrire ce qu'il compte en faire.

Organisation pratique des écrits

- Les problèmes que la classe se pose sont écrits en début de séance sur le tableau, puis copiés sur les cahiers d'expérience. A chaque étape, les consignes seront toujours écrites au tableau. L'espace de travail du tableau permet la collecte des travaux de groupe.
- Chacune des séances se terminera par le repérage de ce dont on est sûr, et de ce qu'il reste à tester. La conclusion de séance mettra en relief un ou plusieurs énoncés validés, recopiés sur le cahier.
- L'affichage des problèmes en cours et des synthèses évolue sur la durée de la séquence, il sert de support pour le lancement des séances suivantes.
- Prévoir un cahier d'expériences par élève et éventuellement des fiches de recherche individuelle préparées par le maître au fur et à mesure des séances, puis collées dans le cahier pour les enfants qui auraient besoin d'un guidage plus important.

**Pour le jeu qui sera soumis à l'observation des enfants en introduction
à la séquence,**

une réalisation possible

avec une boîte en carton

- une boîte en carton (15 x 20 cm minimum)
- fil électrique (environ 1 m)
- une pile de 4,5v
- 2 fiches "bananes"
- un domino
- une vingtaine d'attaches parisiennes
- une ampoule et une douille à pattes
- vrille, tournevis, pince coupante (ou paire de ciseaux).

- Coller la pile à l'intérieur de la boîte.
- Relier les fils à la pile par une fiche "banane". On peut aussi utiliser deux trombones, mais dans ce cas, il faut consolider l'assemblage avec du ruban adhésif.
- Visser l'ampoule sur une douille à deux pattes. Le contact de la douille et du fil se fait par un domino double. Une fixation des fils avec de l'adhésif pour circuit électrique est possible, mais le risque de faux contacts est plus grand. L'utilisation de supports est possible.
- Pour les pointes de touche, passer chaque fil (d'environ 45 cm) dans le corps d'un stylo à bille ; côté mine, fixer une attache parisienne sur le fil, placer l'attache parisienne à la place de la mine.

Séance 1

Enjeu de la séance :

mettre en commun les idées sur le fonctionnement du jeu.

Au cours de la séance, le maître mesurera l'écart entre la tâche à accomplir en fin de séquence et les connaissances ou idées préalables des enfants. Il adaptera donc éventuellement le canevas de la séquence.

Comment ce jeu fonctionne-t-il ? De quel matériel avons-nous besoin ?

Lancement du projet

- Une quinzaine de jours avant le lancement de la séquence, le maître apportera un jeu de « Questions - Réponses » dont le système électrique est caché. On ne trouve plus dans le commerce ce type de jeux, l'électronique ayant envahi le secteur des jouets, mais on peut jouer sur l'aspect vieillot d'un jeu fabriqué par le maître, ou acheté dans une brocante, pour intéresser les enfants.
- On laissera les élèves jouer librement avec l'objet, pour leur permettre d'acquérir une familiarité et pouvoir entrer dans une démarche autre que ludique.
- Le moment est venu alors de leur proposer de construire leur propre jeu, en choisissant eux-mêmes les thèmes des fiches.

Questionnement individuel

- Dans un cahier d'expérience, les élèves répondront individuellement, à chacune des questions suivantes, soit en rédigeant une réponse, soit avec des schémas.
- De quelle façon, selon toi, le jeu fonctionne-t-il ?
- Comment te représentes-tu ce qui est caché ?
- De quoi aurais-tu besoin pour construire ton propre jeu ?

Il leur faudra aussi formuler « les questions que tu te poses sur le fonctionnement, sur l'électricité, sur la réalisation d'un jeu. »

Il est important de prendre en compte l'intégralité des propositions des élèves, même si toutes ne sont pas à retenir comme hypothèses. On relèvera également toutes les questions qui peuvent surgir lors des expérimentations. Si le temps de la séance ne permet pas d'y répondre immédiatement, on gardera la question qui reste en suspens pour y revenir plus tard.

Mise en commun des idées et discussion

- Une fois réunis, les élèves mettent en commun le fruit de leurs réflexions, tandis que l'enseignant note au tableau les différentes hypothèses émises. Tous s'accordent pour dire qu'il faut une ampoule puisqu'elle s'éclaire lorsqu'on gagne ! Mais les hypothèses quant au reste du matériel nécessaire sont variées. Exemples :

- Pour que l'ampoule s'allume, on a besoin d'un fil électrique, d'un domino et d'une ampoule ; je l'ai déjà fait avec mon papa.
 - Pour allumer l'ampoule, on a besoin de plusieurs fils car l'électricité est dans les fils !
 - Mais non ! L'électricité est dans les fils mais on en a besoin que d'un seul !
 - Moi, j'ai un jeu comme celui de la maîtresse et il faut une pile.
 - Dans les premières propositions, la pile n'est pas mentionnée... Les enfants pensent souvent que l'électricité « vient du domino » ou des fils. Pourtant, il y a peu de chances qu'aucun d'eux ne fasse allusion, à un moment ou à un autre, à l'utilisation d'une pile pour fournir le courant.
 - Le maître conclura par cette question : « que pourrions-nous faire pour vérifier ce que chacun avance ? » à laquelle les élèves ne manqueront pas de répondre : « Essayer ! »
- Ce sera l'objet de la prochaine séance.

Enjeu de la séance :

- Comprendre que ce ne sont pas les « fils » qui produisent le courant, et qu'une pile plate fournit assez de courant pour allumer une ampoule de lampe de poche.
- Prendre conscience de quelques dangers de l'électricité.

Allumer une ampoule

Lancement de séance

Rappel du projet et des idées émises lors de la séance précédente.

Pour que l'ampoule s'allume...

- a) On a besoin d'un fil électrique, d'un domino et d'une ampoule
- b) On a besoin de plusieurs fils car l'électricité est dans les fils
- c) L'électricité est dans les fils mais on en a besoin que d'un seul!
- d) Il faut une pile...

Travail en groupe

- Le matériel étant placé au fond de classe, on invitera les enfants à venir chercher ce dont ils ont besoin pour tester les différentes propositions.
- Les élèves écrivent les propositions qu'ils doivent tester (l'ordre est indifférent). Chaque situation donne lieu à un petit compte rendu sur les cahiers d'expériences.
- D'autres propositions émergeront sans doute en cours de séance. On pourra les tester sachant, sachant toutefois qu'un test n'est autorisé par le maître que si son protocole, même succinct, a été décrit. (quelques mots, dessins, ou schéma...).

Mise en commun des résultats

- Dans le coin « regroupement », chaque groupe doit présenter, schémas à l'appui, les tests qu'il a réalisés, les résultats obtenus, et sa conclusion écrite sur les cahiers d'expérience.

Réponses prévisibles pour les propositions a b et c :

« On n'a pas réussi à allumer l'ampoule ». Conclusions de la classe : « L'électricité ne se trouve pas dans nos fils, ni dans nos dominos. » Ces conclusions seront notées dans le cahier d'expériences.

Réponses prévisibles pour la proposition d :

« On a trouvé une (ou deux ?) façon(s) d'allumer l'ampoule. »

Mise en relief des éléments importants

Chaque enfant réalise alors un dessin légendé qui représente l'ampoule allumée et la pile.

Une conclusion collective (provisoire) est alors possible, qui sera notée sur le cahier d'expériences, en réponse à notre questionnement : « L'ampoule s'allume lorsque l'on place les lames de la pile sur l'ampoule. »

Rien ne précise ici quelles parties de l'ampoule les lames doivent toucher. Ce sera l'objet de la séance suivante.

Si les enfants ont, d'emblée, utilisé les mots justes, et si leurs dessins sont très précis, c'est la conclusion de la séance 3 qui sera écrite.

On passera alors directement à la séance 4 : allumer une ampoule loin d'une pile.

Prolongement : débat sur les dangers de l'électricité

- Si certains élèves proposent de placer directement les fils dans les prises murales, on expliquera d'emblée que le courant domestique est beaucoup trop puissant pour une telle ampoule, et beaucoup trop dangereux pour l'homme. Evoquer le rôle des transformateurs de courant dans les jouets, et des batteries rechargeables (circuits de voiture, maisons de poupée, instruments de musique, lecteurs de CD, etc.)

Formulation complémentaire possible : « Il n'y a de courant électrique ni dans les fils, ni dans les dominos, s'ils ne sont pas reliés à un réseau électrique. A la maison, à l'école, le courant peut passer dans les dominos, dans les prises murales, sauf quand le courant est coupé au disjoncteur. »

Séance 3

Enjeu de la séance :

- Utiliser un vocabulaire spécifique pour décrire les contacts d'un montage.
- Observer un montage et le dessiner précisément (précision des mots et des dessins).

Cliquez ici pour voir un exemple de réalisation (imprimable).

- A propos de l'ampoule, l'affiche décline le paradigme *photo, dessin, schéma, symbole*.
- Le document est conçu pour une affiche dans la classe et non pour une photocopie individuelle (afin de favoriser une appropriation par chaque élève qui en saisira les éléments qui lui paraissent utiles sur son cahier d'expériences).

Fichier PDF A3 couleurs (720k) imprimable ; il est possible de le réduire en niveau de gris et en A4 (en fonction des moyens d'impression disponibles).

Les mots dépendent directement du matériel utilisé. Remarque : il existe des ampoules à vis, des ampoules à baïonnette. Il existe au moins deux types de socles pour les ampoules : certains nécessitent de souder les fils, d'autres s'assemblent au tournevis. Il n'est pas question de faire une leçon de mots, mais bien d'utiliser les mots les plus justes et de savoir les écrire.

Comment allumer une ampoule avec une pile

Phase de lancement

- Le maître a photocopié quelques extraits de cahiers des élèves. Sur les premiers schémas réalisés, il reste des ambiguïtés relatives aux contacts. Les élèves, invités à commenter collectivement les productions, vont très vite dégager la nécessité d'un vocabulaire commun, pour mieux se comprendre. Les mots techniques sont apportés par le maître au fil des échanges, et notés sur une affiche : ils seront ensuite recopier sur une fiche individuelle de vocabulaire ou d'orthographe : *plot, culot, verre, ampoule, lame, borne, pile plate, filament, douille...*
- On peut mettre au point un codage commun à la classe pour désigner les diverses combinaisons à tester :

- Eléments de l'ampoule : *culot, plot, vis, verre, partie noire...*

On permettra aux enfants d'utiliser la loupe pour une observation plus pointue (prévoir quelques ampoules grillées, et des ampoules cassées).

- Eléments de la pile : *petite lame, grande lame, corps...*

Phase de recherche, par groupe

Les éléments, que l'on devrait retrouver sur les cahiers d'expériences individuels peuvent s'organiser de la manière suivante :

- La question que nous nous posons : « Quelles sont les différentes possibilités de contact entre la pile et l'ampoule, pour allumer l'ampoule ? ».
- Un paragraphe pour rendre compte de tous les essais effectués par le groupe d'enfants.
- Le schéma des montages qui permettent d'allumer une ampoule.

Synthèse collective

- Pour allumer une ampoule de lampe de poche avec une pile plate, il y a deux solutions : placer la grande lame sur le plot et la petite lame sur le culot, ou la grande lame sur le culot et la petite lame sur le plot.
- Le maître reformulera cette conclusion en y apportant les précisions nécessaires :
 - « Les piles plates ont deux bornes, notées + et -. La grande lame est une borne, la petite lame est une autre borne. Quand le circuit est fermé (si le plot touche une lame, et le culot l'autre lame), le courant électrique passe. Quand il est ouvert (lorsque l'une des deux lames, ou les deux, ne touche rien, ou touche une autre partie de l'ampoule), il n'y a pas de courant. »

Pont vers les séances suivantes

« Nous avons vu que nous pouvions allumer l'ampoule avec notre pile plate en plaçant une lame sur le plot et l'autre sur le culot. Mais, si nous avions des piles rondes, serait-ce possible ? »
« Dans le jeu, la pile n'est pas proche de l'ampoule. Comment faire ? »

On laissera les élèves énoncer leurs idées et en discuter. Un retour vers les notes prise en première séance mettra en avant la question de la séance suivante : pouvons-nous allumer une ampoule en utilisant des fils ?

Séance 4

Enjeu de la séance :

- Utiliser des fils électriques dans un circuit.
- Faire la différence entre fil et fil électrique.
- Repérer les points communs et des différences entre circuits avec pile plate et circuits avec pile ronde.

Phase collective

« Pouvons-nous allumer une ampoule loin d'une pile en ajoutant des fils ? »

- La consigne écrite sera formulée en ces termes : « Vous allez faire le ou les schémas des expériences que vous pensez réaliser. Vous irez chercher le matériel puis vous réaliserez ces expériences. Vous écrirez ensuite votre conclusion. »

Bien entendu, les élèves seront autorisés, au cours du travail, à faire d'autres propositions et recommencer d'autres expériences.

Mise en commun

- Les enfants répondront ensemble au questionnement de départ (ampoule loin de la pile). On comparera aussi la place des fils entre les circuits avec pile plate et les circuits avec pile ronde.

Trace écrite sur le cahier d'expériences :

- Nous pouvons allumer une ampoule loin de la pile plate, ou de la pile ronde, en ajoutant 2 fils électriques : l'un doit être fixé à une borne et placé sur le plot de l'ampoule et l'autre sur la deuxième borne de la pile et sur le culot.
- On ne peut pas allumer une ampoule avec une pile ronde si on n'a pas au moins un fil.

Et les fils ?

Complément apporté par le maître

- Les difficultés rencontrées que ce soit pour établir les contacts, faire tenir le système, ou dénuder les fils, permettent de s'intéresser de plus près à certains objets techniques :
 - Le support d'ampoule : observation, montage électrique, utilisation des tournevis pour fixer les fils (socles à vis). On peut aussi, à partir de ce moment, utiliser, pour plus de facilité, des « fils à pinces »
 - La pince à dénuder : observation, points communs et différence avec la pince coupante, ou une paire de ciseaux.

Sur le cahier d'expérience, les enfants réaliseront le dessin de ces objets, tandis qu'un commentaire expliquera leur rôle et la manière dont on les utilise.

Recherche documentaire autour du mot « fil »

- **Technologie** : la distinction entre les matériaux « en fil », et les matériaux « en plaque » est importante. Le mot « fil » correspond à une forme de la matière, qui elle-même répond à une fonction comme coudre, tisser, relier... Cette forme n'indique pas l'origine du matériau (végétale, animale...) et ne renseigne pas sur sa nature (laine, coton, lin, cuivre).
- **Langue française** : on recherchera des expressions comprenant le mot fil : fil à plomb, coup de fil, cousu de fil blanc, être au bout du fil, au fil du temps, fil d'Ariane...

Homographes : fils électriques ou fils, masculin de fille.

Mots de la même famille : filament, filature, filet, filer...

Séance 5

Enjeu de la séance :

- Réaliser le circuit électrique complet du jeu.
- Schématiser le montage électrique du jeu questions / réponses dont le système est toujours caché.

Lancement quatre questions, quatre réponses...

- Lors d'une courte séance de français, chaque binôme a préparé une fiche pour le jeu avec quatre questions et quatre réponses.

Le maître présente le nouveau matériel : les barquettes de polystyrène, les attaches parisiennes, en expliquant que ces barquettes formeront le corps du jeu, et que les attaches parisiennes seront les points de contacts pour les questions et réponses.

Manipulation, essais...

- Chaque binôme va tenter de mettre en place tous les éléments du circuit électrique. fixer les feuilles de questions sur la barquette, et poser les attaches.

Certains essaieront de fixer le support d'ampoule sur la barquette, et de faire passer les fils « en dessous ». Tous n'auront pas idée de relier les questions et les réponses par des fils.

Après 20 à 25 minutes d'expérimentation, il est temps d'arrêter les recherches, de faire le point sur l'avancement des travaux et de préparer la trace écrite sur le cahier d'expérience : liste du matériel, croquis du montage.

Le jeu électrique retour à la situation de départ

Mise en commun

- L'ampoule s'allume-t-elle lorsque l'on relie question et réponse ? pour toutes les réponses ? de façon juste ? pourquoi ?

On repérera les fils sous le jeu, et les contacts à faire ou ne pas faire.

Analyse du circuit connu

- la partie « fil-ampoule-fil-pile-fil » est solidement reliée.

La pile peut être sous le jeu ou à côté, et le support d'ampoule est incrusté dans la barquette, ou posé à côté. Ces deux variantes ne changent rien au fonctionnement du jeu.

Analyse de la partie nouvelle du circuit

- Si les fils sont trop dénudés, ou si des attaches parisiennes sont en contact, plusieurs réponses correspondent à une question.
- Si au contraire les fils sont mal dénudés, ou entourés autour des attaches parisiennes, le circuit est ouvert.

La mise en œuvre de la séance « conducteur, isolant » peut s'envisager comme une réponse à ces problèmes.

Retour vers les réalisations des enfants

- Reprise des croquis des montages et rectification des circuits.

Amélioration du circuit les fiches, un interrupteur particulier

Enjeu de la séance :

- faire percevoir l'intérêt des montages qui intègrent le circuit à la fiche, et non au support du jeu.

Lancement

analyse des jeux construits

On engagera une discussion en vue d'améliorer le jeu : « Le jeu de la classe vous a intéressé au début, puis vous vous en êtes lassé. Rappelez-nous pourquoi. »

Les enfants répondent : « On sait que le trou n° 1 de la question va avec le trou n° 4 de la réponse... ».

« Est-ce le cas avec les jeux que vous avez réalisés ? »

Les élèves ne sont pas tous d'accord. Ils réalisent alors qu'ils ont fait leurs assemblages de façon différente. Tous n'ayant pas terminé, – et c'est pourquoi il était important de ne pas laisser durer la séance précédente –, on est sûr d'avoir les deux types de circuits.

- Le maître choisit un jeu dont le circuit est intégré à la boîte, et propose d'y jouer avec le boîtier d'un autre enfant (peut-être que ce sera les élèves eux-mêmes qui feront cette proposition). Les enfants se rendent compte que l'on peut jouer avec un jeu sur le support d'un autre, y compris sur celui de la classe.
- Les montages réalisés feront alors l'objet d'un tri :
 - Ceux dont tous les éléments du circuit sont fixés à la barquette, et dans lesquels les questions sont reliées aux réponses.
 - Ceux qui sont restés en deux parties.

Finalement, les enfants qui seront allés le plus vite lors de la séance précédente ne seront pas ceux dont le système est le plus performant.

- Il est décidé de garder cette idée d'un montage électrique en deux parties, ce qui permet l'échange des fiches.
 - Partie 1 : le circuit ampoule-pile fixé sur un support (par exemple une boîte à chaussures dans laquelle on cache les éléments du circuit).
 - Partie 2 : les fiches interchangeables (qui seront stockées dans la boîte, et comprendront chacune leur circuit de questions associées aux réponses).

Cahier d'expériences

Les enfants réaliseront le schéma du circuit du jeu qui tienne compte de la proposition d'amélioration.

Reprise des fabrications

- Après avoir éventuellement démonté leur circuit pour en séparer les deux parties, les enfants fabriqueront un nouveau circuit.
- On attachera alors de l'importance à la solidité de l'ensemble, à la précision dans les passage des fils...
- Puis ils pourront commencer à jouer avec leurs fiches, et à les échanger entre eux.

Variantes

Aspect technique

Un nouveau modèle de fiches cartonnées

- Le maître, de son côté, a construit quelques fiches. De petites bandes de papier en aluminium, bien isolées entre elles par des bandes de papier, établissent les contacts entre la question et sa réponse. On peut en apercevoir un morceau à l'endroit des contacts (endroits perforés). Une fiche cartonnée est collée au verso pour cacher les circuits.

Compétences / objectifs

Réinvestir des compétences acquises antérieurement dans une nouvelle situation.

Phase de lancement

Le maître montre ses propres fiches aux élèves et demande : « Comment pensez-vous que je les ai fabriquées ? »

Travail en binôme

Après avoir émis leurs hypothèses, les élèves listent le matériel dont ils pensent avoir besoin, et l'un d'eux va le chercher au fond de la classe.

Important : Laissez les élèves tâtonner, essayer, recommencer, comprendre leurs erreurs... Certains vont oublier d'isoler le papier d'aluminium : laissez-les agir et aidez-les à comprendre pourquoi tout s'allume...

Synthèse collective et conclusion

Les élèves sont amenés à exposer les difficultés qu'ils ont rencontrées et la façon dont ils les ont résolues. Les différents montages seront étudiés, commentés (fragilité de certains...).

On ouvrira ensuite la fiche du maître pour voir quelle technique, quels matériaux il a utilisés. On choisira ensemble les matériaux que l'on va privilégier pour la fabrication de plusieurs fiches différentes. (papier d'aluminium ou fils...).

Aspect esthétique

D'autres fiches, en changeant la présentation

- Des questions émergent : faut-il toujours écrire des questions à droite et des réponses à gauche ?
- On peut développer des séances de recherche documentaire pour enrichir le contenu culturel des fiches.
- Des séances d'arts visuels permettront d'améliorer la plastique et l'esthétique du jeu.

Phase de lancement

On proposera aux élèves de « fabriquer d'autres fiches en changeant la présentation, sur divers domaines culturels ? »

Travail individuel

Après avoir tracé le brouillon de leur fiche (cahier écolier quadrillé 1cm x 1cm) les enfants présentent le travail aux camarades de leur groupe pour avis (intérêt, lisibilité, espacement) et premier contrôle orthographique, avant de le soumettre au maître. Ils recopient ensuite (ou collent) leurs questions/réponses sur une fiche cartonnée, perforent les points de repère, et placent le papier aluminium. Ils testent toutes les liaisons, à chaque item ajouté.

Synthèse collective

Les élèves exposent et commentent leurs fiches. Ils essaient et échangent les fiches entre les groupes pour valider ou invalider le bon fonctionnement. La discussion s'installe entre les groupes. Les élèves ont le temps de jouer avec ces différentes fiches.

Séance spéciale

Cette séance peut trouver sa place à divers moments de la séquence. Cette notion d'« isolant ou conducteur » est capitale pour la réalisation pratique des circuits des fiches du jeu, qu'ils soient en fils électriques noués sur des attaches parisiennes, ou réalisés en papier d'aluminium recouvert de papier.

Enjeu de la séance :

- Distinguer « matériau » et « objet ». Comprendre que la propriété « isolant » ou « conducteur » dépend de la matière dont l'objet est constitué.
- Identifier les matériaux « conducteurs » et les matériaux « isolants ».

Papier aluminium
Papier journal
Papier de verre
Papier métallisé
Papier crépon
Vis en plastique
Vis en laiton
Clou en acier
Mine de crayon à papier en graphite
Mine de stylo-feutre en feutre
Fil de cuivre
Fil de laiton
Fil de fer
Fil de scoubidou en plastique,
Fil de laine,
Cuiller en argent

Matériel

Cuiller en acier
Cuiller en plastique
Cuiller en bois
Lame en acier
Tube en verre,
Tige en bois
Tige en aluminium
Manche de couteau en bois
Manche de couteau en plastique
Barrettes à cheveux
Cheveux
Tubes de colle
Morceaux de polystyrène
... et divers objets que les enfants pourront ajouter.

Isolant / conducteur

Travail par groupe pour les expériences

Boîte 1 : des cuillers
Boîte 2 : des couteaux
Boîte 3 : des fils
Boîte 4 : des tiges
Boîte 5 : des vis
Boîte 6 : des barrettes
Boîte 7 : des papiers

Il est inutile de donner tous les objets à tous les enfants. Mieux vaut préparer les boîtes de chaque groupe de façon telle que des comparaisons simples soient possibles dans le groupe et entre les groupes.

Des rapporteurs de groupe se chargeront de venir inscrire quelques-uns des résultats de leurs expériences dans les tableaux muraux préparés par le maître.

n°	Objet: nom et description	Laisse passer l'électricité	Justification avancée
1	Cuiller en bois	Non	Parce que c'est du bois ...

Intérêt de cette mise au point dans la construction du jeu électrique

- Le fil électrique est constitué d'une partie en métal (conducteur) enveloppé dans un matériau isolant (le plastique). Les difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation du circuit des fiches ont trouvé leur explication :
 - Le courant ne passe pas entre les attaches parisiennes et le fil, si on ne dénude pas suffisamment les fils.
 - Le courant passe dans les différents fils, et les associations de questions et réponses ne sont plus justes, si on dénude trop les fils.
- On notera que les outils et le matériel de l'électricien (la pince coupante, la pince à dénuder, le tournevis) sont constitués de métal et de plastique. L'interrupteur, l'ampoule, le support d'ampoule, le boîtier de lampe de poche comprennent des parties faites de différentes matières. On peut retourner vers les premiers dessins des ampoules, et faire repérer les parties isolantes et conductrices.

Isolant / conducteur (suite)

Lancement

- Le maître introduira l'activité de la façon suivante : pour fermer un circuit et que l'ampoule s'allume, vous avez vu que c'est possible avec des fils électriques, mais pas avec des fils de laine ou de scoubidou.

La question que nous nous sommes posée est : « Est-ce qu'il n'y a que les fils électriques qui laissent passer le courant ? » C'est la question à laquelle nous allons essayer de répondre aujourd'hui (Les enfants la noteront sur leur cahier d'expériences).

- On montrera ensuite quelques objets aux enfants, en leur demandant si, d'après eux, ils laissent ou non passer le courant. Lors de l'échange, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :
 - Des enfants ont déjà l'idée de matériaux conducteurs ou isolants et donc, ils justifieront leur choix.
 - Ces mêmes enfants peuvent être gênés par quelques matières dont ils ne connaissent pas la conductivité électrique.
 - Certains qui n'ont aucune idée de cette propriété des matériaux, feront un choix aléatoire, qui ne correspond donc pas à une hypothèse...

Le maître notera au tableau les différents types de justification proposées par les élèves, qu'elles soient justes ou erronées, en les classant selon qu'elles sont :

- *liées à la fonction*. Ex. « La cuiller ne laisse pas passer le courant parce que cela sert à manger ».
- *liées au nom d'usage*. Ex. « Le fil électrique laisse passer le courant parce que c'est du fil électrique... ».
- *liées à l'objet*. Ex. « Parce que c'est une cuiller, ou parce que c'est une règle ».
- *liées au nom et à la matière*. Ex. « Parce que c'est de la laine ».
- *liées à la matière*. Ex. « Parce que c'est en plastique, parce que c'est du métal... ».

Attention

On considère ici qu'un matériau est soit **isolant** (il présente une très grande résistance au passage du courant), soit **conducteur** (il présente une très faible résistance au passage du courant).

A un niveau d'analyse plus précis, il n'y a pas de conducteur parfait (qui ne présenterait aucune résistance au passage du courant électrique), ni d'isolant parfait (qui présenterait une résistance infinie au passage du courant) ; un matériau est plus ou moins isolant (ou plus ou moins conducteur).

De plus, les propriétés constatées varient avec les conditions de l'expérience (par exemple avec la température...).

Isolant / conducteur (suite)

Synthèse collective

« Qu'est-ce qui laisse passer l'électricité ?»

- On procédera à l'énumération des « objets conducteurs » (le fil de cuivre, le fil de laiton, le fil de fer, la tige en aluminium....), puis de ceux qui ne laissent pas passer le courant (le fil de scoubidou en plastique, le fil de laine, le tube en verre...).

Il ne suffit pourtant pas de lister les objets qui ont ou pas laissé passer l'électricité pour que les enfants en déduisent cette idée de matière conductrice.

- Le maître poursuivra donc: « Peut-on dire que tous les fils laissent passer le courant ? Peut-on dire que toutes les cuillères laissent passer le courant ? Le fait que l'électricité passe, est-ce en rapport avec la forme de l'objet ? »

Certains enfants pourront avancer que tels objets ne laissent pas passer le courant parce qu'ils sont gros, ou parce qu'ils sont de telle couleur... On les incitera alors à réfléchir, et à proposer des contre-exemples. Il n'est pas pour autant nécessaire de refaire une séance complète... A la question « De quoi cela dépend-il ? » la réponse attendue est évidemment: « de la matière ! » (substance qui constitue l'objet).

Les formulations évolueront: le couteau est *conducteur*... la lame est *conductrice*... la lame est *conductrice* parce qu'elle est *métallique*... les *parties métalliques* du couteau sont *conductrices*. Le bois, la laine, le plastique, le verre... ne laissent pas passer le courant. Ce sont des *isolants*.

Cette évolution des formulations permet de passer de l'objet à la matière, de la matière à la propriété.

Remarque: les métaux sont *conducteurs*. La mine de crayon n'est pas un métal, mais laisse passer le courant. C'est du graphite (carbone presque pur).

Situations d'entraînement:

Quels sont les objets qui ferment le circuit ?

On remplira la boîte 8 d'objets familiers de l'écolier et la boîte 9 de chutes de divers matériaux plus ou moins familiers des enfants. (polyester, nylon... matériaux qui se chargent en électricité statique quand on les frotte).

On demandera aux enfants de

- nommer les objets de chaque boîte
- les dessiner ou écrire leur nom
- se prononcer sur la matière dont ils sont constitués
- en déduire les parties conductrices ou isolantes.

Les propositions seront vérifiées par l'expérience.

Prolongement

On pourra suggérer aux enfants de lister les matières, organiser une recherche documentaire sur leurs origines (animales, végétales, minérales, synthétiques...)

Ateliers pour travaux autonomes

Organisation

ateliers de 10 à 20 minutes. On fera passer chaque groupe lors d'une même séance, ou à divers moments de la semaine.

Ces ateliers peuvent être mis en place dès que les enfants auront réalisé un circuit pile - ampoule - fil.

Enjeux

- Réutiliser les premiers acquis : montages en série, circuit fermé de borne à borne.
- Rendre les enfants autonomes face à des schémas de montages électriques
- Sensibiliser à des aspects technologiques liés à l'utilisation de matériel électrique, et aux dangers potentiels.

Atelier B

**constater qu'avec une même pile,
toutes les ampoules ne brillent pas avec le même éclat.**

Matériel : pile plate, deux fils, ampoules à incandescence de diverses puissances (y compris ampoules de phares de voiture) et diverses formes.

Consigne : réaliser un montage électrique permettant de tester chaque ampoule.

Cahier d'expériences : dessiner les montages, et indiquer pour chaque ampoule si elle s'est éclairée ou non, et pourquoi ?

Atelier A

**réaliser un circuit électrique connu,
et y ajouter un élément nouveau.**

Matériel : pile, ampoule, support d'ampoule, trois fils électriques de 45cm, interrupteurs

Consigne : réaliser un montage électrique permettant d'allumer et d'éteindre l'ampoule à l'aide de l'interrupteur.

Cahier d'expériences : dessiner le montage et expliquer en une phrase comment fonctionne l'interrupteur.

Atelier C

constater qu'un moteur tourne dans un sens différent si l'on verse les bornes du montage.

Matériel : pile, un fil, un moteur, une ampoule, une étiquette adhésive.

Consigne : réaliser un montage électrique permettant de faire tourner l'étiquette fixée comme un drapeau sur l'axe du moteur.

Cahier d'expériences : dessiner le montage, et décrire comment tourne l'étiquette (vitesse, sens).

Atelier D

choisir la pile qui correspond à un jouet

Matériel : des piles de diverses formes et puissance, deux ou trois jouets, de la documentation sur ces objets.

Consigne : rechercher dans les documents des explications qui permettent de choisir la bonne pile. Ce qui est écrit sur les piles. Vérifier en mettant les piles dans les jouets.

Cahier d'expériences : dessiner les piles et recopier les indications, qui ont permis de bien les choisir.

Atelier F

observer des objets démontés : une ampoule, c'est un filament enfermé...

Matériel : une ampoule à baïonnette, une ampoule à vis de grande taille, une loupe

Consigne : observer précisément les ampoules. Repérer passage des fils.

Cahier d'expériences : dessiner les ampoules, noter les indications techniques. Répondre aux questions posées.

Ateliers

Atelier E

« 4,5 volts ; 50 watts »

Les élèves ont déjà entendu certains mots, mais leur signification est inconnue ou imprécise.

Matériel : des ampoules de diverses formes et puissance et leurs emballages (à vis et à baïonnette ; ampoule de phares de voiture, de bicyclette ou lampe de chevet...) Dictionnaire ou encyclopédie.

Consigne : rechercher dans les documents des explications qui permettent de comprendre ce qui est écrit sur les ampoules. *On peut guider la recherche documentaire par des questions précises, ou des consignes de recherche plus directives.*

Cahier d'expériences : dessiner les ampoules, noter les indications techniques. Répondre aux questions posées.

Autres ateliers conduits par le maître

Atelier G : observer précisément le contenu une pile plate dont le carton a été découpé. Allumer une ampoule. « Une pile plate, c'est trois piles rondes en série. ». Faire éventuellement construire un montage de trois piles rondes en série, et faire tester les éclats lumineux obtenus avec 1, 2, 3, 4 piles.

Atelier H : placer sur une lampe de chevet diverses ampoules de puissance différentes. En observer la luminosité en fonction de la puissance indiquée sur l'ampoule.

Atelier I : provoquer la combustion de limaille de fer avec une pile plate.

Ateliers

Synthèse possible, en fonction des ateliers mis en place

A : chaque binôme d'élève conserve le montage réalisé, qui servira de base pour lors des séances suivantes.

B : avec une pile plate, on peut allumer des petites ampoules, on allume faiblement les ampoules de voiture, et l'on n'arrive pas à éclairer les ampoules de « cuisine ». La pile ne produit pas assez de courant pour une ampoule de forte puissance.

C : on peut intervertir les bornes de la pile dans un circuit comprenant une ampoule, mais, dans le cas d'un moteur, le sens de rotation change. (Allusion éventuelle aux voitures télécommandées)

D : les piles sont conçues pour produire divers voltages (1,5v ; 4,5v ; 9v)

G : les piles plates de 4,5 v sont formées de 3 piles de 1,5 volts.

F : le filament de l'ampoule est fin, mais, il ne brûle pas car il est enfermé dans une ampoule de verre conçue pour empêcher qu'il brûle.

E-G-H : les ampoules sont conçues pour donner une certaine lumière, qui correspondant à une puissance (Watts) Pour les allumer, il faut le voltage suffisant, mais pas trop pour ne pas les faire griller.

I : quand on relie les deux bornes d'une pile par un fil sans que le courant fasse travailler un moteur, ou produise de la lumière, alors, le fil chauffe. C'est un court-circuit. L'énergie s'est transformée en chaleur. Le fil chauffe. S'il est trop fin, il brûle.