

I. Introduction

Ces notes ont été rédigées dans le but de vous aider à préparer les expériences que vous pouvez réaliser avec les élèves de 6^{ème} primaire lors des leçons que vous donnez sur « l'électricité ».

La totalité de ces notes ne sera probablement pas nécessaire mais nous les avons rédigées de la manière la plus complète possible : elles répondent à beaucoup de questions que posent les enfants mais surtout, elles vous permettront d'anticiper d'autres questions éventuelles.

Dans ces notes vous trouverez aussi :

II. Une motivation générale à l'étude de l'électricité

III. Une interprétation, qui se veut aussi claire et précise que possible, de chacune des expériences. La numérotation des fiches est la même que celle des fiches des élèves.

Pour chaque expérience, ces notes reprennent :

L'objectif visé

Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants s'ils rencontrent des difficultés lors de l'expérience

Les observations faites lors de l'expérience

L'interprétation du phénomène

Une généralisation (si celle-ci est possible, ce qui n'est pas toujours le cas)

La manière de vérifier si l'objectif a été atteint

Une conclusion

La correction de l'activité complémentaire que nous vous proposons pour fixer une notion importante donnée lors de la séance ou pour faire le lien avec une situation analogue.

IV. Pour en « savoir plus »

Cette rubrique dépasse, par moments, le cadre du cours d'éveil scientifique au niveau primaire. Cependant, elle nous a semblé nécessaire car nous pensons qu'elle vous permettra non seulement d'aller plus loin dans la compréhension des phénomènes mais aussi d'être plus à l'aise au cas où des questions un peu « embarrassantes » viendraient à se poser. Si vous n'en voyez pas l'utilité, il n'est, bien évidemment, pas nécessaire de rentrer dans tous les détails en classe, mais il est toujours bon de prévoir plus que nécessaire...

V. Les « petites astuces »

Cette rubrique vous donne quelques « trucs » pratiques pour que les expériences se passent dans les meilleures conditions, et vous suggère quelques précautions à prendre pour obtenir le résultat optimum.

VI. La liste du matériel nécessaire ainsi que l'endroit où vous pouvez vous le procurer (à faible coût).

VII. La liste des compétences (Socles de compétences, ministère de la Communauté Française, mai 1999) que les enfants devraient acquérir, dans la mesure du possible, lors de ces séances.

VIII. La bibliographie des ouvrages utilisés pour réaliser ces notes, des références de livres bien adaptés pour le niveau primaire ainsi que des numéros de téléphone qui pourraient vous être utiles.

II. La motivation

Il nous est déjà arrivé d'entendre ou de voir (si la pièce est dans la pénombre) des petites **étincelles** quand nous enlevons un vêtement en fibre synthétique.

Nous avons déjà vu, certains jours, nos cheveux **se hérissier** après nous être peignés.

Nous avons aussi déjà ressenti une petite **décharge** quand nous sortons d'une voiture et que nous claquons la portière.

Nous avons vu, les jours d'orages, des **éclairs** dans le ciel.

Dans certaines industries (raffineries, papier, poudre, ...) il peut y avoir, à certains endroits, une accumulation de charges électriques qui risquerait de provoquer des explosions. Il faut alors humidifier constamment l'air ambiant pour décharger ces zones à risque.

Toutes ces manifestations correspondent à des phénomènes **d'électricité statique**.

Ces phénomènes seront étudiés dans la **première partie : l'électrostatique** (dans les cinq premières manipulations).

Le frigo, la télévision, le grille-pain, l'aspirateur, fonctionnent à condition d'être branchés sur une **prise de courant électrique**. Nous savons aussi que, pour fonctionner, une lampe de poche ou un baladeur ont besoin de **pile**s. Par contre, un ordinateur portable peut fonctionner sur le secteur ou sur batterie, une radio peut fonctionner avec des piles ou sur le secteur.

Nous savons qu'il faut parfois remplacer un **fusible**, ou rétablir le disjoncteur, quand il y a eu un problème (court-circuit) dans le circuit électrique de la maison.

Dans toutes ces situations, il est question de **courant électrique**.

La **deuxième partie, l'électricité** (les six dernières manipulations), traitera de ce sujet.

Remarque importante : pour des raisons évidentes de sécurité, il n'est pas question de permettre aux enfants de travailler avec le secteur (prise de courant) : les risques d'électrocution sont trop importants. Toutes les expériences qui porteront sur l'étude du courant électrique (deuxième partie) se feront donc toujours avec une pile.

III. Interprétations

I^{ère} partie : électrostatique

Cette première partie vous semblera peut-être un peu délicate à expliquer aux enfants . Cependant, elle est très importante pour la compréhension du deuxième volet de ces notes (l'électricité) car elle vous permet d'introduire les notions nécessaires pour la suite.

D'une manière générale, nous pensons qu'il est bon de susciter **l'étonnement** chez l'enfant de manière à stimuler sa **curiosité** et son **intérêt**. Nous vous proposons de le faire par l'intermédiaire de la «**magie**».

Vous pourriez, par exemple, pour cette première expérience, faire un petit tour de «passe-passe» : vous gonflez un ballon de baudruche, vous l'approchez du mur, vous le lâchez, il tombe... Vous vous retournez, vous le frottez, vous vous remettez face aux enfants, vous l'approchez du mur : « il colle »... Les enfants seront certainement étonnés... Vous lancez la balle dans leur camp en leur disant « Pouvez-vous le faire aussi ? »

Une colle magique ! (fiche n°1)

1. Objectif à atteindre : visualiser le phénomène d'électricité statique

2. Les consignes complètes que vous pouvez donner si les enfants rencontrent des difficultés lors de l'expérience :

1. Choisis un ballon, gonfle-le et approche-le du mur, pour qu'il le touche, et lâche-le. Que se passe-t-il ?
2. Frotte-le sur la manche de ton pull, ou sur ta main et approche-le du mur de manière à ce qu'il le touche et lâche-le à nouveau.
3. Note ce que tu observes dans ton cahier : le ballon reste-t-il collé au mur ? Si oui combien de temps ? Comment ? ...
4. Recommence la même expérience, avec un autre ballon d'une autre couleur, un ballon qui n'est pas gonflé, approche-le d'une vitre, d'une porte métallique d'armoire, ...
5. Résume, au moyen de quelques phrases, ce que tu as observé, pour chacun des cas, note-les et fais un dessin dans ton cahier.

3. Observations :

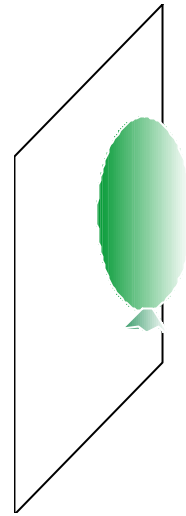
Lorsque nous approchons le ballon non frotté du mur et que nous le lâchons, nous constatons qu'il glisse le long du mur et tombe.

Quand **nous frottons** le ballon et que nous l'approchons ensuite du mur, comme par magie, il semble «collé» au mur et ne tombe plus !

La **couleur** n'a pas d'importance, les ballons de couleurs différentes, s'ils sont frottés de la même manière, restent « collés » de la même manière.

Si nous approchons du mur le ballon qui n'est **pas gonflé**, celui-ci glissera aussi.

Le ballon « tient » bien sur le **mur**, mieux encore sur la vitre en **verre**, et pas du tout sur la porte **métallique** de l'armoire.



Les enfants vont certainement se mettre à frotter tout ce qui leur passe sous la main ...

Les expériences les plus classiques consistent alors à frotter des lattes en matériaux différents (plastique, bois, métal) et à les approcher de différents petits objets légers (petits morceaux de papier, ...).

Voici un résumé des observations faites lors de ces expériences :

Approchons la latte en plastique des morceaux de papier : la latte n'a aucune influence sur ces morceaux de papier.

Frottons la latte en plastique avec un tissu ou avec la main (cela fonctionne tout aussi bien).

Approchons-la des petits morceaux de papier : nous constatons alors qu'elle **attire** les morceaux de papier qui se trouvent suffisamment près d'elle et qui sont assez légers (les plus grands et plus lourds peuvent se dresser sur la table mais ne sont pas forcément attirés).

Remarquons en passant que l'effet d'attraction diminue lorsque la distance entre la latte et les petits morceaux de papier augmente.

4. Interprétation du phénomène :

Le frottement modifie les propriétés de la surface du ballon ou de la latte. On dit alors qu'ils sont **électrisés** ou **chargés d'électricité**.

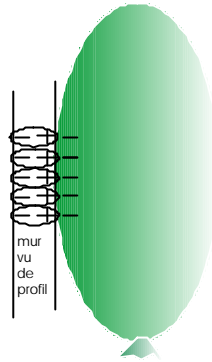
Le ballon « colle » sur le mur, la latte attire des corps légers. Ce phénomène s'appelle l'électrisation par **frottement**.

Il faut savoir qu'il existe deux charges électriques différentes : des **charges négatives** (les électrons) et des **charges positives** (voir IV^{ème} partie : Pour en savoir plus).

Lors du frottement, des électrons sont arrachés d'un des deux corps et se « posent » sur l'autre corps.

Les charges négatives présentes sur le mur sont repoussées par les charges négatives en excès (« en trop ») sur le ballon : la partie de gauche du mur devient donc globalement négative, alors que la partie de droite du mur est devenue positive.

Ce que nous pouvons visualiser de la manière suivante :



5. Généralisation :

Le ballon frotté reste « collé » sur le bois, le verre, le mur mais glisse sur le métal.

La latte frottée attire les morceaux de papier si elle est en plastique ou en métal (mais à la condition de la tenir avec un morceau de caoutchouc ou plastique). La latte en bois, frottée, attire moins bien, voire pas du tout, le papier.

Nous vous proposons de saisir l'occasion pour insister sur la différence entre « objet » (la latte sert à mesurer) et « matière » (le plastique qui a des propriétés particulières). Tous les objets en matière plastique identique à la latte auront les mêmes propriétés que la latte. Nous vous proposerons une deuxième fois cette même démarche lors de l'expérience de la fiche 6.

6. L'objectif a-t-il été atteint ?

Les enfants peuvent regrouper leurs observations sous forme de tableaux ou de schémas.

7. En conclusion :

Il est possible **d'électriser** ou de **charger d'électricité** la matière en la frottant.
Ce phénomène s'appelle **l'électrisation par frottement**.
Des corps électrisés peuvent **attirer** d'autres corps plus légers.

8. Correction de l'activité complémentaire :

Dans chacune des activités de cette séance, j'ai fait le même geste. Quel est ce geste ?

Ce geste est de : **frotter les objets les uns sur les autres.**

Magiques, ces ballons ! (fiche n°2)

1. Objectif : montrer que deux corps légers, identiques et frottés, peuvent soit se repousser, soit s'attirer.

2. Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants s'ils rencontrent des difficultés lors de l'expérience :

1. Gonfle deux ballons de baudruche et fais un nœud pour éviter qu'ils ne se dégonflent, attache ensuite un fil à coudre à chaque nœud des ballons.
2. Attache les deux fils (+/- 1m de long) ensemble de manière à suspendre les deux ballons.
4. Frotte les ballons séparément avec un morceau de tissu ou avec la main.

Approche-les ensuite l'un de l'autre (attention, fais-le très doucement de manière à ce qu'ils ne se touchent pas).

Que font les ballons ? Fais un dessin et note tes observations dans ton cahier.



5. Gonfle deux nouveaux ballons. Frotte-les l'un contre l'autre. Approche-les doucement l'un de l'autre. Que se passe-t-il ? Fais un dessin et note tes observations dans ton cahier.

3. Les observations :

Les ballons frottés avec un tissu ou avec la main se repoussent.

Les ballons frottés l'un contre l'autre s'attirent.

Pourquoi ?

4. Interprétation du phénomène :

Lorsque nous frottons **les deux ballons avec le tissu**, nous faisons deux fois la même opération. Nous pouvons penser que les deux ballons sont **chargés d'électricité** de la même façon. Nous constatons alors que les ballons porteurs de charges électriques identiques **se repoussent**.

Lorsque nous frottons les ballons **l'un contre l'autre**, le passage de charges électriques ne peut se faire que d'un ballon à l'autre.

L'un des deux ballons **cèdera** des **charges** à l'autre, qui gagnera ce que le premier a perdu. Si l'on accepte l'idée qu'au départ, les deux ballons sont électriquement **neutres**, la charge de l'un augmente (elle devient positive) alors que celle de l'autre diminue (elle devient négative). Ce processus peut se faire indifféremment dans un sens ou dans l'autre puisque les deux ballons sont constitués de la même matière. Nous constatons que dans ce cas les ballons porteurs de charges électriques opposées **s'attirent**.

Conventionnellement, il est simple de d'associer ces propriétés d'attraction ou de répulsion au signe des charges électriques : des charges positives (négatives) se repoussent mutuellement, alors que des charges positives attirent des charges négatives (et réciproquement, bien entendu).

Nous vous proposons d'attirer l'attention des enfants sur le fait que les ballons restent chargés assez longtemps. Il est donc important qu'ils réfléchissent à la façon de travailler avant de commencer. S'ils souhaitent recommencer l'expérience, pour éviter toute mauvaise interprétation, il sera bon qu'ils reprennent un nouveau ballon.

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

On peut résumer les différentes situations de la manière suivante :

Quand chacun des ballons est frotté avec un tissu en laine ou la main ...		
	oui	non
Il y a attraction entre les deux ballons		✓
Il y a répulsion entre les deux ballons	✓	

Quand les ballons sont frottés l'un contre l'autre...		
	oui	non
Il y a attraction entre les deux ballons	✓	
Il y a répulsion entre les deux ballons		✓

6. Conclusion :

En résumé, ces deux premières expériences nous permettent de dire que :

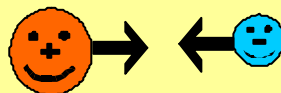
Quand nous frottons un corps, nous modifions la répartition des charges électriques en surface en lui apportant ou en lui enlevant une certaine quantité de charge électrique : Cela a comme conséquence que ce corps pourra attirer ou repousser un autre corps.

Nous constatons aussi que :

- deux charges de même « nom » se repoussent :



- deux charges de « noms » différents s'attirent :



8. Correction de l'activité complémentaire

Voici la correction des deux phrases que les enfants devaient compléter :

Quand les deux ballons se rapprochent l'un de l'autre, on dit qu'il y a : **attraction entre les ballons.**

Quand les deux ballons s'éloignent l'un de l'autre, on dit qu'il y a : **répulsion entre les ballons.**

L'eau déviée (fiche n°3)

1. Objectif : montrer qu'un fin filet d'eau peut être dévié de son trajet initial, sans être touché.

2. Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants :

1. Prends le ballon de baudruche, frotte-le sur la manche de ton pull, ou sur ta main.
2. Fais couler un fin filet d'eau du robinet.
3. Approche le ballon du filet d'eau sans le toucher.
4. Que fait le filet d'eau ? Note ce que tu observes ; fais un dessin dans ton cahier.

3. Les observations :

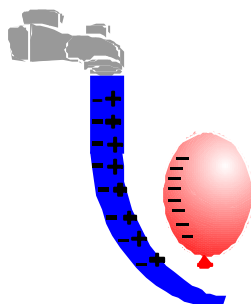
Le filet d'eau, qui coule verticalement au départ, s'est incurvé lorsque nous avons approché le ballon préalablement frotté.

Lorsque nous éloignons le ballon, le filet d'eau reprend son trajet rectiligne.

4. Interprétation du phénomène :

L'eau est un liquide, ce qui rend plus facile les déplacements des particules à l'intérieur.

Quand nous approchons le ballon frotté (donc porteur d'électricité négative) du filet d'eau, les gouttelettes d'eau « ressentent » l'influence de la charge électrique du ballon et s'organisent en conséquence.

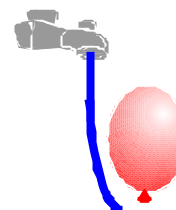


Les charges négatives présentes dans l'eau sont repoussées par les charges négatives en excès (« en trop ») sur le ballon : la partie de gauche de l'eau devient donc globalement négative, alors que la partie de droite (sur le dessin) est devenue positive.

La distance entre les charges positives de l'eau et les charges négatives du ballon étant plus petite que la distance entre les charges négatives de l'eau et les charges négatives du ballon, l'attraction est plus forte que la répulsion (voir p.5 : l'effet diminue lorsque la distance augmente), et le filet d'eau se rapproche du ballon.

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

Il faudrait que les enfants dessinent le filet d'eau de la manière suivante :



6. Conclusion :

L'eau ressent l'influence d'un corps chargé électriquement.
Il y a une réorganisation des charges électriques à l'intérieur du filet d'eau.

7. Activité complémentaire :

Voici la phrase que les enfants pouvaient compléter :

Cette expérience vous montre qu'il n'y a pas que les **solides** qui sont **attirés** par les corps **chargés**. Les **liquides** peuvent également être attirés.

Classons et trions (fiche n°4)

Remarque : nous expliquons comment construire la « boussole électrique » dans la partie V : « Matériel ».

Vous pouvez organiser cette expérience de deux manières :

- Il est possible de se contenter de viser le **défi principal**, les élèves apprennent alors à trier les matériaux suivant la capacité de ceux-ci à s'électriser.
- Cependant, il apparaît que les enfants de 11, 12 ans aiment classer, trier et mettre de l'ordre dans leurs idées. Nous pensons qu'arrivés à ce stade de leur étude, dernière expérience pour l'électrostatique, le moment est venu, d'amorcer avec eux une **démarche plus « scientifique »**.

Il sera bon alors d'accompagner les enfants notamment pour qu'ils comprennent qu'il ne faut changer qu'un seul paramètre à la fois (soit la nature du matériau, soit la distance à laquelle il se trouve, soit la manière dont il est frotté).

Il est certain que cette façon de travailler demandera davantage de temps, de soin et de méthode. Ensuite, il faudra les aider à classer leurs observations et les amener à en tirer les conclusions. Cela peut sembler long et complexe mais sera certainement très formateur aussi.

1. Objectif principal : trier différents matériaux suivant leur capacité à s'électriser en utilisant un matériau de référence.

Objectifs facultatifs :

2. Examiner l'influence de la distance : le matériau frotté influence-t-il autant la « boussole électrique » s'il est près ou s'il est loin de celle-ci ?
3. Examiner l'influence de la charge apportée : la « boussole électrique » va-t-elle réagir de la même façon si le tube de PVC est frotté une fois ou plusieurs fois ?
4. Les charges se répartissent-elles sur toute la surface du matériau ou restent-elles stockées là où elles ont été déposées ?
5. Peut-on décharger facilement un matériau chargé ?

Les observations et les conclusions de ces derniers points sont donnés dans la partie intitulée « Pour en savoir plus ».

2. Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants pour réaliser l'expérience:

Objectif principal :

1. Est-ce que les différents matériaux mis à ta disposition s'électrisent de la même façon ?

1. Dispose une feuille de papier sur la table, elle te servira à noter la position des différents objets et l'orientation de l'aiguille de la « boussole électrique ». Dispose la « boussole électrique » sur cette feuille.
2. Frotte le tube de PVC, qui te servira de référence et dépose-le verticalement sur la feuille, pas trop loin de la « boussole ». Que fait la « boussole électrique » ? Note tes observations dans ton cahier avec un dessin à l'appui.
3. Prends la tige en verre, frotte-la avec le morceau de polystyrène (c'est ce qui donne les meilleurs résultats).

4. Approche le verre de la « boussole électrique ». Que constates-tu ? Note tes observations dans ton cahier.
5. Recommence l'opération avec les différents matériaux. N'oublie pas de noter soigneusement à chaque fois la réaction de la boussole.

Objectifs facultatifs :

2. Examiner l'influence de la distance : le matériau frotté influence-t-il autant la « boussole électrique » s'il est près ou s'il est loin ?

1. La feuille de papier est sur la table, la « boussole électrique » dessus, le tube de PVC frotté posé verticalement à proximité (+/- 10 cm).
2. Approche un deuxième morceau de PVC frotté de la même manière que le premier et dépose-le, verticalement, à une certaine distance de la boussole (+/- 10 cm). Que fait la boussole électrique ?
3. Refais plusieurs fois l'opération 2. mais dépose cette fois le deuxième morceau de PVC plus loin de la « boussole électrique » (+/- 15 cm, +/- 20 cm,..). Note encore dans ton cahier ce que tu observes et essaie de tirer une conclusion.

3. Examiner l'influence de la charge apportée : la « boussole » va-t-elle détecter de la même façon le tube de PVC frotté une fois ou plusieurs fois ?

1. La feuille de papier est sur la table, la « boussole électrique » dessus, le tube de PVC, frotté plusieurs fois, posé verticalement à proximité.
2. Approche un deuxième morceau de PVC frotté une seule fois et dépose-le verticalement sur la feuille. Note dans ton cahier ce que tu observes.
3. Refais l'opération 2 mais, cette fois, le deuxième morceau de PVC sera frotté deux fois. Note dans ton cahier ce que tu observes.
4. Refais l'opération 2 mais, cette fois, le deuxième morceau de PVC sera frotté trois fois. Note dans ton cahier ce que tu observes et essaie de tirer une conclusion.

4. Les charges se répartissent-elles sur toute la surface du matériau ou restent-elles stockées là où elles ont été déposées ?

1. La feuille de papier est sur la table, la boussole électrique dessus, le tube de PVC, frotté plusieurs fois, posé verticalement à proximité.
2. Frotte le deuxième tube de PVC, approche-le horizontalement de la « boussole » (de l'extrémité attirée par le premier) et « promène » le deuxième tube à proximité de manière à passer différents endroits de ce tube près de la boussole.
3. Note dans ton cahier ce que tu observes et essaie de tirer une conclusion.

5. Peut-on décharger facilement un matériau chargé ?

1. La feuille de papier est sur la table, la « boussole électrique » dessus, le tube de PVC, frotté plusieurs fois, posé verticalement à proximité.
2. Approche le deuxième tube de PVC frotté de la « boussole électrique », note ce que tu observes.

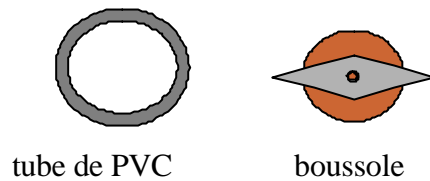
3. Passe ce deuxième tube de PVC au-dessus de la flamme d'une bougie. Approche-le de nouveau de la « boussole électrique ». Note dans ton cahier ce que tu observes et essaie de tirer une conclusion.

3. Les observations :

Premier objectif : classer les matériaux suivant leur capacité à se charger électriquement.

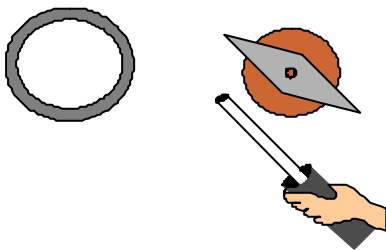
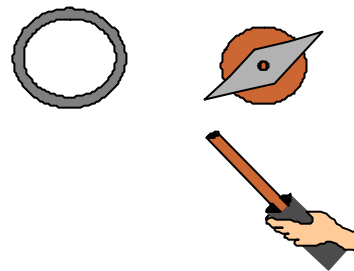
Le PVC, **frotté** avec la main, est déposé verticalement sur la table à proximité de la « boussole électrique ». Celle-ci pointe une de ses extrémités vers le tube de PVC qui sert de référence.

En voici une vue du haut :



Lorsque nous frottons les différents matériaux, que nous les approchons de la pointe de la boussole (celle qui est attirée par le PVC), nous observons la façon dont se comporte l'aiguille.

L'aiguille est attirée par un autre morceau de PVC frotté, par le bâton de cuivre frotté (attention, n'oubliez pas de l'isoler en lui mettant un manche de caoutchouc par exemple), par un morceau de tissu synthétique...

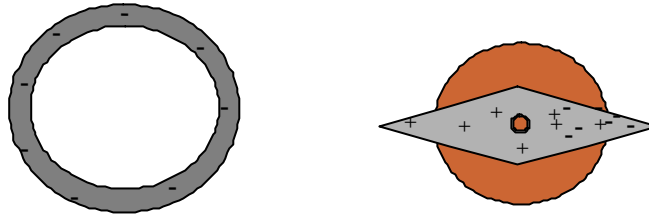


L'aiguille est repoussée par la lame du couteau de cuisine frottée sur du polystyrène, par un morceau de verre frotté, un morceau de tissu en nylon, par des cheveux frottés...

4. Interprétation :

Le tube de PVC frotté sert de référence.

Lors du frottement, il s'est chargé négativement (il a accepté des électrons supplémentaires). Quand nous l'avons approché de la « boussole », il a influencé cette dernière : à la surface de l'aluminium, les électrons ont senti l'influence de la charge négative du PVC et sont partis se réfugier le plus loin possible de la pointe qui devient globalement positive.



- elle sera donc attirée par un matériau chargé négativement (comme le PVC)
- elle sera donc repoussée par un matériau chargé positivement (comme le métal du couteau)
- elle sera peu déviée si le matériau est moins chargé que le PVC
- elle sera déviée davantage si le matériau est chargé davantage que le PVC (ce qui est rare)

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

Parmi les matériaux mis à la disposition des élèves, certains sont faciles à trier :

L'aiguille est repoussée par :	L'aiguille est attirée par :
la main (qui a été frottée contre une autre)	L'autre morceau de PVC (frotté avec la main)
le morceau de verre (frotté sur du polystyrène)	le tube en cuivre (frotté avec la main)
la lame du couteau (frotté sur du polystyrène)	le morceau de polystyrène (frotté avec le verre)

6. Conclusion :

Cette méthode permet donc de trier les matériaux en deux classes :

- ceux qui se chargent négativement comme le PVC lorsqu'ils sont frottés
- les autres qui se chargent positivement après avoir été frottés.

Objectifs facultatifs :

Les observations ne sont pas reprises ici mais dans la Partie IV : « Pour en savoir plus ». Nous ne reprenons ici que les conclusions :

La « boussole électrique » détecte différemment deux corps identiques, chargés de la même manière mais positionnés à des distances différentes : **plus la distance est grande, plus l'influence est petite.**

La « boussole électrique » détecte de manières différentes deux corps identiques, chargés de manières différentes mais positionnés au même endroit : **plus le corps est chargé, plus l'influence est grande.**

Les charges apportées sur le tube de PVC **ne se déplacent pas** mais **restent à l'endroit** où elles ont été déposées : la boussole indique toujours le même endroit.

Pour décharger le PVC, il suffit de le déplacer **au dessus de la flamme** d'une bougie.

7. Correction de l'activité complémentaire :

Nous proposons la phrase suivante à l'appréciation des élèves :

Les corps **ne se chargent pas** tous de la **même** manière : certains se chargent en **acceptant** davantage d'électrons, d'autres se chargent en **perdant** des électrons.

Cette affirmation est correcte. Nous l'avons vérifiée au moyen de la boussole électrique : le corps de référence est le PVC frotté avec la main. Lorsqu'il est frotté, le PVC devient négatif. Une pointe de la boussole se dirige vers lui. Cette pointe est donc globalement positive. Certains corps, comme le cuivre, attirent aussi l'aiguille, ces corps sont donc chargés avec un excès d'électrons. D'autres corps, comme le verre, repoussent l'aiguille : ces corps ont donc perdu des électrons.

2^{ème} partie : électricité

Cette deuxième partie vous semblera, à juste titre, plus facile à expliquer.

Si vous le souhaitez, il est possible d'amener aussi cette partie par le biais de la **magie** : Vous tenez une petite ampoule électrique (de 3,5 V) entre le pouce et l'index de la main droite. Elle est éteinte. Vous approchez votre index de la main gauche de l'ampoule, vous la touchez, elle s'allume !!! Vous avez seulement pris le temps de coincer une pile de 4,5V, avec un élastique, le long de votre poignet droit et deux fils électriques : un qui relie l'ampoule à la pile et l'autre (beaucoup plus long, qui relie la pile à votre index de la main gauche. Quand vous mettez votre index de la main gauche en contact avec l'ampoule vous fermez le circuit électrique et l'ampoule s'allume. Il faudra bien sûr prévoir, ce jour-là, un pull ou un chemisier à longues manches...

Ton premier circuit électrique (fiche n° 5)

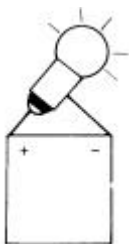
1. Objectif à atteindre : pouvoir allumer une ampoule électrique de la manière la plus simple possible : avec une pile et sans fil intermédiaire.

2. Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants :

1. Mets en contact deux parties différentes de l'ampoule avec les deux bornes de la pile.
2. Fais un dessin et note ce que tu observes dans ton cahier.
3. Recommence pour d'autres parties de l'ampoule et note à chaque fois ce que tu constates.

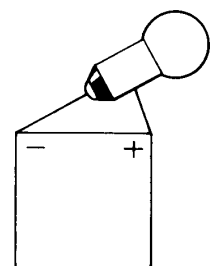
3. Les observations :

Il y a deux possibilités pour alimenter correctement l'ampoule à partir de la pile.
Voici la première :



a

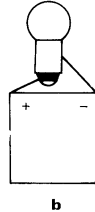
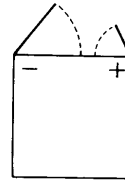
Il est ensuite possible de permuter les bornes de la pile mais cela ne change rien : ce sont toujours les mêmes parties de l'ampoule qui sont en contact avec la pile.



Il est bon de remarquer que les enfants ne voient pas forcément que la situation suivante est identique à la situation a :



De même, vous pouvez veiller à ce que les enfants dessinent les bornes de la pile de manière convenable. Une fois rabattues, elles ne doivent pas se toucher.



Par contre les connections de la situation **b** ne permettent pas à l'ampoule de briller.

4. Interprétation du phénomène :

Les charges, que nous avons étudiées dans la première partie, et que nous avons appelées « statiques » (immobiles), peuvent parfois se mettre en mouvement.

Vous pouvez introduire la notion de **circuit** d'une manière générale : il s'agit toujours d'un itinéraire pour lequel le point de départ est le même que le point d'arrivée. Il y a par exemple des circuits automobiles, des circuits touristiques et ... des circuits électriques.

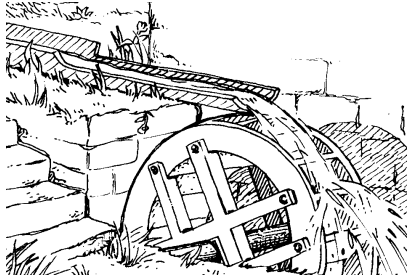


Pour comprendre ce qui se passe dans le circuit **électrique** constitué de la pile et l'ampoule, vous pouvez proposer deux analogies : la première avec la rivière et une roue à aubes du moulin, la seconde avec le pédalier et la chaîne de bicyclette.

Il faut cependant faire attention, ce ne sont que des analogies et chacune a ses avantages et ses inconvénients.

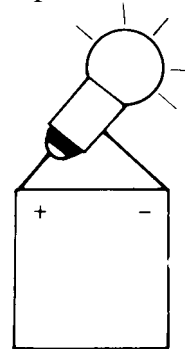
La rivière :

L'eau d'une rivière s'écoule du niveau haut vers le niveau bas.



Tant qu'il y aura une différence de niveaux d'eau et que l'on permettra à l'eau de s'écouler, elle circulera.

L'ampoule brille quand elle est branchée correctement sur la pile



a

Le niveau haut de la rivière correspond à...

... une borne de la pile (la plus grande borne)

Le niveau bas de la rivière correspond à...

... l'autre borne de la pile (la plus petite borne).

Lorsque la pile est neuve, ou encore en bon état, il y a, à l'intérieur, une réaction chimique qui engendre un mouvement des électrons.

La plus grande borne présente un excès d'électrons. On l'appelle d'ailleurs la borne négative (-). La plus petite borne présente moins d'électrons. On l'appelle la borne positive (+).

Les charges de même signe se repoussant, les électrons fournis par la borne négative vont aller, si on leur en donne la possibilité, le plus loin possible de cette borne négative et vont migrer vers la borne positive. Il s'agit du sens réel de déplacement des électrons dans le circuit. Nous appellerons ces électrons, les électrons « voyageurs ».

Il est important de remarquer que, sur tous les schémas, le sens conventionnel choisi pour dessiner le trajet des électrons est le sens contraire au sens réel. Cela s'explique par l'analogie hydraulique : la rivière s'écoule du niveau « haut » (borne positive de la pile) vers le niveau « bas » (borne négative de la pile). On conserve quand même cette représentation car il s'agit d'une convention universelle.

Quand la rivière s'écoule, on dit qu'il y a un courant hydraulique.

Lorsque les électrons peuvent circuler d'une borne à l'autre, on parle de courant électrique.

Lorsque la rivière s'écoule, elle fait tourner la roue à aubes du moulin.

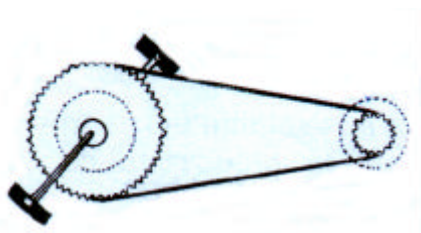
Le courant électrique permet à l'ampoule de briller.

Si l'eau ne circule plus, la roue à aubes s'arrête de tourner.

Lorsque le circuit est interrompu, ouvert, les électrons ne peuvent plus circuler dans le circuit et donc l'ampoule est éteinte.

Inconvénient de cette analogie : contrairement à l'eau de la rivière, les charges électriques ne peuvent circuler que si le circuit est fermé (boucle).

Deuxième analogie : le pédalier et la chaîne de bicyclette :



Les pédales représentent ...

la pile

La chaîne représente ...

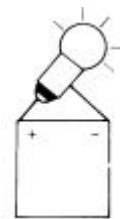
le circuit électrique

L'énergie fournie par les pieds permet à la chaîne de tourner...

l'énergie chimique fournie par la pile se transforme en énergie électrique

Si on arrête de pédaler, la chaîne s'arrête de tourner...

si la réaction chimique a consommé les produits de départ, la pile est plate et l'ampoule ne brille plus.



Avantage de cette analogie : la chaîne est un circuit fermé.

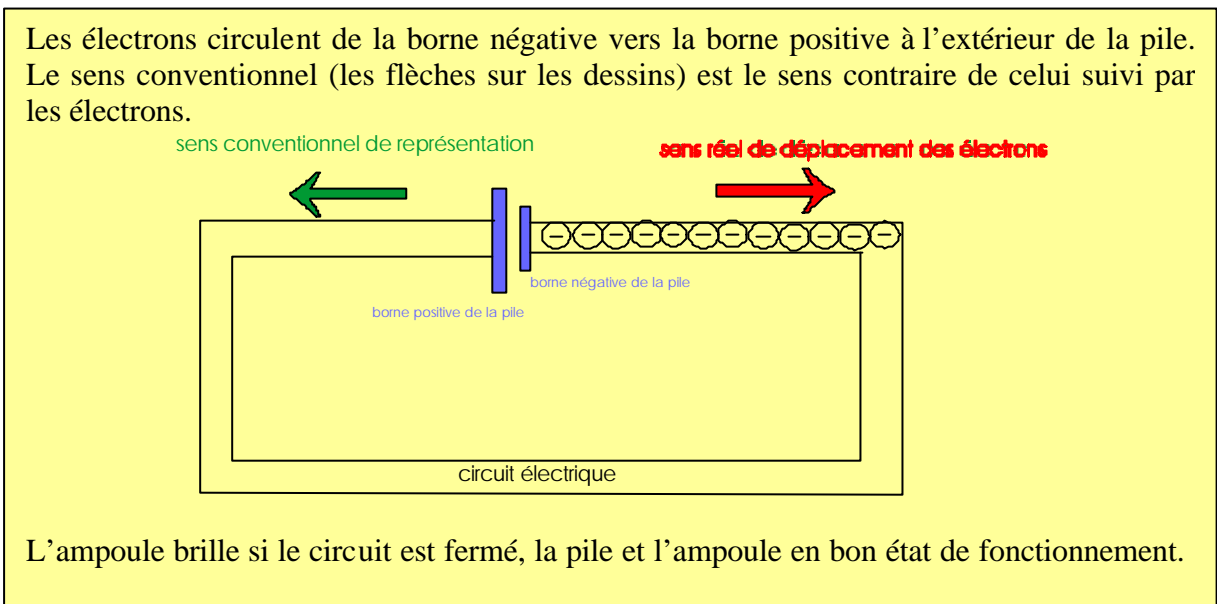
Lorsque nous ajoutons des fils électriques pour connecter l'ampoule, les électrons qui sont en excès sur la borne négative de la pile repoussent les électrons situés dans le fil, qui, à leur tour, repoussent ceux qui se trouvent devant et qui les précèdent.

Lorsque la pile est usée, il n'y a plus de réaction chimique à l'intérieur, il n'y a donc plus d'excès d'électrons sur la borne négative par rapport à la borne positive et donc les électrons ne circulent plus dans les fils et dans l'ampoule électrique. L'ampoule restera éteinte.

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

Si les connections sont correctes, l'ampoule s'allume.

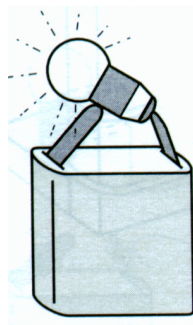
6. En conclusion :



7. Correction de l'activité complémentaire :

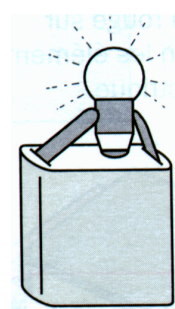
Nous te proposons les dessins suivants qui représentent deux situations différentes. Penses-tu que ces deux situations soient possibles ? Explique ta réponse en quelques mots.

n°1 :



Oui, il est possible que l'ampoule brille car le courant peut traverser le filament.

n°2 :



Non, il est impossible que l'ampoule brille car le filament n'est pas traversé par le courant électrique.

En effet si nous observons l'intérieur d'une ampoule, une fois qu'elle est branchée sur la pile comme le montrent les deux schémas suivants :

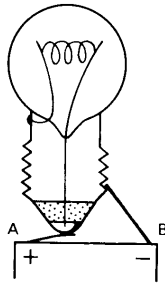


Fig. A

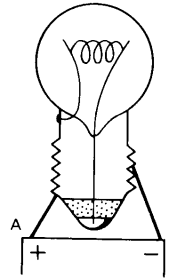


Fig. B

Nous pouvons constater que :

Dans le cas de la figure A, le courant peut circuler en circuit fermé : il traverse uniquement des parties conductrices : la petite borne de la pile, le plot (métallique), un support du filament, le filament, le deuxième support du filament, la vis en laiton, la plus grande borne de la pile et la pile.

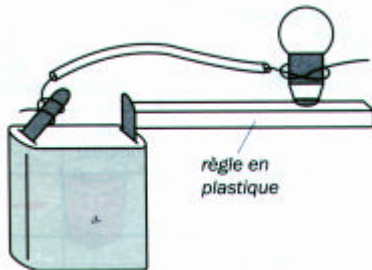
Dans le cas de la figure B, le courant reste sur le plot (isolant) et ne parcourt pas le filament.

Conducteur ou isolant ? (fiche n° 6)

1. Objectif à atteindre : Pouvoir classer les matériaux en deux catégories : les bons conducteurs d'électricité et les matériaux isolants.
2. Les consignes complètes que vous pouvez donner aux enfants :
 1. Coupe un morceau de fil électrique (de +/- 30 cm de long).
Dénude chaque extrémité (sur +/- 5cm).
 2. Enroule une extrémité à une borne de la pile.
Enroule la deuxième extrémité autour de la douille de l'ampoule.
 3. Place successivement les différents matériaux à étudier comme tu le vois sur le dessin ci-contre.

3. Les observations :

En réalisant le montage suivant :



Il est possible de remplacer la latte en plastique par les différents matériaux et d'observer si l'ampoule brille ou si elle reste éteinte.

Nous constatons que :

L'ampoule brille si l'on remplace la règle en plastique par les matériaux suivants :	L'ampoule reste éteinte si l'on place dans le circuit les matériaux suivants :
L'attache trombone en métal La mine de crayon** Le fil électrique de cuivre Des ciseaux en fer	La règle en plastique L'attache trombone en plastique Le morceau de carton La gaine de fil électrique vide L'allumette

- ** Il est intéressant de remarquer que, dans le cas de la mine de crayon, l'ampoule brillera
- moins fort que dans le cas du fil de cuivre
 - et d'autant moins fort que la longueur de mine de crayon sélectionnée est plus grande.

4. Interprétation du phénomène :

Certains matériaux (le cuivre, le métal) contiennent des électrons « voyageurs », libres de circuler facilement ; ces matériaux sont appelés **conducteurs**. Dans ce cas, l'ampoule brille.

D'autres matériaux (le plastique, le carton) ne contiennent pas d'électrons « voyageurs », on les appelle les **isolants** (*vient du latin insula qui veut dire île, séparé comme une île*). Dans ce cas l'ampoule reste éteinte.

D'autres encore (la mine de crayon), laissent voyager les électrons mais plus difficilement : l'ampoule brille moins fort.

Comme nous l'avons déjà dit (expérience n°1), il nous semble important, à chaque fois que c'est possible, de bien insister sur la différence entre « objet » et « matière ». Ainsi, prenons le cas du trombone, la même opération a été réalisée avec deux trombones de matières différentes (un trombone en métal et un autre en plastique) et les résultats obtenus ont été tout à fait différents : dans un cas, l'ampoule brille (trombone métallique) dans l'autre elle reste éteinte (trombone en plastique). C'est donc bien la matière qui permet, ou ne permet pas, aux électrons de voyager et non pas l'objet.

5. Généralisation :

D'une manière générale, tous les métaux sont bons conducteurs d'électricité alors que les plastiques sont de bons isolants.

6. L'objectif a-t-il été atteint ?

Les enfants peuvent résumer les différentes situations de la manière suivante :

Objet	Substance	L'ampoule s'allume	L'ampoule ne s'allume pas
latte en plastique	plastique		✓
le trombone métallique	métallique	✓	
le trombone en plastique	plastique		✓
la gaine de fil électrique	plastique		✓
le morceau de fil de cuivre	métallique	✓	
morceau de carton	carton		✓
allumette	bois		✓
Des ciseaux en fer	métallique	✓	

7. En conclusion :

D'une manière générale, tous les métaux sont bons conducteurs d'électricité tandis que les plastiques sont de bons isolants.

8. Correction de l'activité complémentaire :



Pourquoi le manche du tournevis est-il recouvert de plastique ?

Le plastique est un bon isolant électrique. Il protège donc la main et notre corps tout entier des risques d'électrocution.

L'interrupteur (fiche n° 7)

1. Objectif à atteindre : Construire un circuit qui te permettra d'allumer et d'éteindre l'ampoule qui se trouve dans le matériel.

2. Les consignes complètes à donner aux enfants en cas de difficultés lors du montage :

1. Coupe trois longueurs de fil électrique.
2. Dénude (sur +/- 3cm) chaque extrémité (il y en aura 6) de ces trois fils électriques.
3. Visse l'ampoule sur sa douille.
4. Fixe (avec le tournevis) une des deux extrémités d'un des fils électriques à la vis qui se trouve d'un côté de la douille.
5. Recommence la même opération avec le deuxième fil et la deuxième vis qui se trouve de l'autre côté de la douille.
6. Fixe ensuite l'extrémité libre d'un des fils électriques à une borne de la pile (en l'enroulant) et l'autre extrémité du dernier fil électrique libre à l'autre borne de la pile.
7. Prends le bout du fil électrique attaché à l'ampoule et qui est encore libre, enroule-le autour d'une punaise.
8. Enfonce celle-ci dans le morceau de bois.
9. Recommence l'opération 7 avec une extrémité du dernier fil disponible et la deuxième punaise en intercalant le trombone entre cette punaise et le morceau de bois.
10. Connecte l'extrémité du dernier fil à la deuxième borne de la pile.



3. Les observations :

Lorsque le trombone est en contact avec les deux punaises, l'ampoule brille. Lorsque le trombone ne touche qu'une seule punaise, l'ampoule reste éteinte.

4. Interprétation du phénomène :

Lorsque le trombone est en contact avec les deux punaises, les électrons peuvent se déplacer librement dans toutes les parties conductrices du circuit électrique, c'est-à-dire les fils électriques, l'interrupteur, l'ampoule, les bornes de la pile et la pile elle-même : l'ampoule **brille**.

On dit que l'interrupteur est **abaissé** et que le circuit est **fermé**.

Lorsque le trombone ne touche qu'une seule punaise, les électrons ne peuvent pas circuler librement dans le circuit électrique et donc l'ampoule reste **éteinte**.

On dit que l'interrupteur est **levé** et que le circuit est **ouvert**.

5. Généralisation :

Dans la maison, à chaque fois que le circuit électrique est ouvert (interrupteur levé, fusible cassé (fiche n°8), fil électrique défectueux, ...), le voyage des électrons voyageurs est arrêté, et on dit que l'appareil électrique n'est plus alimenté.

6. L'objectif a-t-il été atteint ?

On peut résumer les différentes situations de la manière suivante :

L'interrupteur est abaissé \longrightarrow le circuit est fermé \longrightarrow l'ampoule brille
L'interrupteur est levé \longrightarrow le circuit est ouvert \longrightarrow l'ampoule reste éteinte.

7. En conclusion :

Lorsque l'interrupteur est abaissé, le circuit est fermé et l'ampoule brille.
Lorsque l'interrupteur est levé, le circuit est ouvert et l'ampoule reste éteinte.

8. Correction de l'activité complémentaire :

Voici les symboles utilisés :

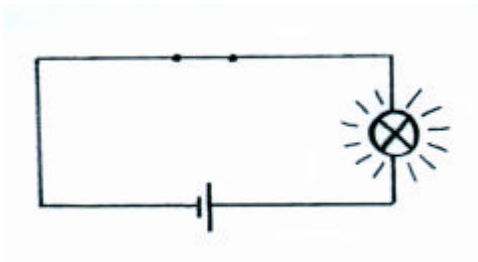
les fils électriques : _____

l'interrupteur ouvert : _____

l'interrupteur fermé : _____

l'ampoule : \otimes

Pour que l'ampoule brille, il faut que le circuit soit fermé. Des deux schémas proposés, le seul qui corresponde à un circuit fermé est le deuxième schéma. Il fallait donc compléter le schéma de la manière suivante :



Les fusibles (fiche n° 8)

1. Objectif à atteindre : comprendre le principe de fonctionnement du fusible.

2. Les consignes complètes à donner en cas de difficultés lors du montage :

1. Pose la paille de fer (ou tampon Jex) étirée sur l'assiette.
2. Dénude les extrémités de deux fils électriques.
3. Connecte une extrémité de chaque fil électrique à une borne de la pile de 4,5 V.
4. Touche la paille de fer avec les deux extrémités libres des fils électriques.

3. L'observation :

Nous constatons que lorsque nous mettons les extrémités des fils électriques en contact avec la paille de fer, celle-ci rougit et peut même se mettre à brûler.
Pourquoi ?

4. Interprétation du phénomène :

La paille de fer est un très bon conducteur de courant, elle laisse donc passer le courant électrique. Les électrons peuvent donc circuler.

De nouveau, pour comprendre ce qui se passe, nous pouvons utiliser une analogie :

Imaginons une foule de personnes qui se mettrait à courir dans un couloir très étroit et encombré de nombreux obstacles. Ces personnes se cogneront inévitablement entre elles et aux obstacles. Cela fera monter la température à l'intérieur du couloir ...

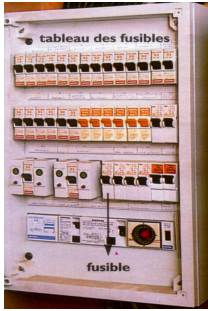
Il en est de même dans la paille de fer. Celle-ci est constituée de fils métalliques très fins, la place disponible pour le passage des électrons est réduite et la bousculade est plus grande que dans le fil de cuivre qui relie la paille à la pile. La paille de fer chauffe donc davantage et se met à rougir et puis à brûler.

Cet effet, appelé effet **Joule**, en mémoire du physicien anglais qui l'a découvert, est très important et trouve de nombreuses applications dans notre vie courante et notamment pour la fabrication des **fusibles**.

Il est courant d'entendre les expressions suivantes «les plombs ont sauté» ou «les fusibles ont fondu». Qu'est-ce que cela veut dire ?

Les fusibles ci-contre sont constitués d'une ampoule de verre dans laquelle se trouve un fin fil métallique. Si trop de courant électrique passe dans ce fil (c'est le cas quand, par exemple, trop d'appareils électriques sont branchés en même temps), celui-ci chauffe et se casse. Ce qui a comme conséquence d'ouvrir le circuit électrique. De cette manière, le courant ne peut plus passer dans l'installation électrique et l'incendie est évité. Il faut alors trouver l'origine du problème et ensuite remplacer le fusible.





Dans les circuits électriques de nos maisons, il ne faut pas remplacer les fusibles mais simplement les réenclencher quand la panne est détectée et réparée. L'effet obtenu est identique (le circuit s'ouvre dès qu'il est parcouru par un courant trop important), mais il n'est plus obtenu en brûlant un fil.

5. Généralisation :

Différents appareils électriques sont basés sur l'effet Joule : le grille-pain, les sèche-cheveux, le radiateur électrique ... Dans ces appareils, le courant électrique fait chauffer une résistance électrique (que l'on peut apercevoir dans l'appareil).

6. L'objectif a-t-il été atteint ?

Vous pourriez proposer aux enfants de réaliser leur propre fusible qu'ils viendront intercaler dans leur circuit ampoule + pile + fils électriques.

Pour cela, il suffit que les enfants prennent un bouchon en liège, de la paille de fer et deux épingles de couturière.

Ils placent les deux épingles verticalement dans le bouchon, tendent un brin de paille de fer entre les deux épingles et viennent intercaler leur fusible dans le circuit électrique habituel.

7. En conclusion :

Si le fil conducteur est suffisamment fin, le passage du courant électrique peut le casser.

L'application la plus importante pour notre sécurité est : le fusible.

8. Activité complémentaire :

Voici la correction du texte lacunaire qui est proposé :

En cas de danger électrique, le fusible joue le rôle d'**interrupteur**. Il **ouvre** le circuit électrique et permet ainsi d'éviter l'**incendie**.

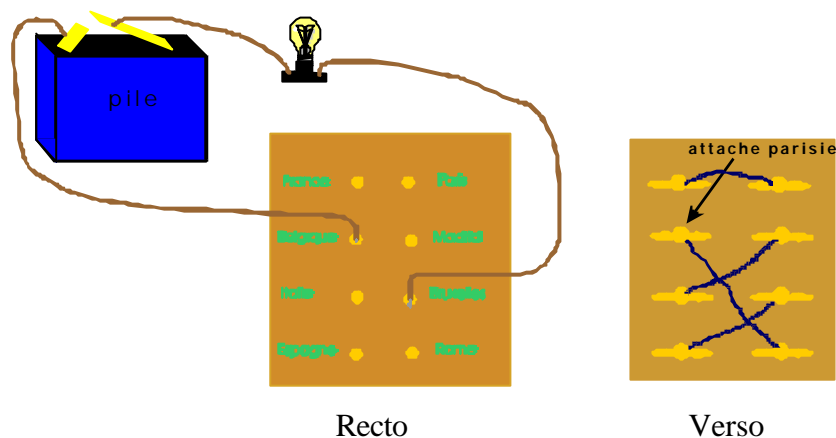
Un jeu d'enfant (fiche n° 8)

1. Objectif à atteindre : construire un jeu appelé « électro »

2. Les instructions complètes que vous pouvez donner aux enfants :

1. Ecris les questions ainsi que les réponses correspondantes sur le carton.
2. Perce un trou en face de chaque question et de chaque réponse et fixes-y les attaches parisiennes.
3. Dénude les extrémités d'autant de morceaux de fil électrique que tu as de questions.
4. Relie les couples d'attaches parisiennes (la question à sa réponse) par les fils électriques dénudés.
5. Réalise le montage du circuit électrique de la fiche n°7 dans lequel l'interrupteur sera remplacé par la feuille de carton.
6. Passe ton jeu à ton voisin et joue avec le sien.

Remarque : veille bien à la position des questions et des réponses au dos du carton de manière à ce que les connections relient bien les questions à leurs réponses.



3. L'observation :

Lorsque la réponse choisie est la réponse correcte, l'ampoule brille.

Quand la réponse choisie est mauvaise, l'ampoule reste éteinte.

Pourquoi ?

4. Interprétation du phénomène :

Lorsque la réponse choisie est correcte, nous pouvons constater, à l'arrière du carton, que le circuit est fermé, le courant peut donc passer, l'ampoule brille. Par contre, si la réponse choisie est mauvaise, le circuit n'est pas fermé, le courant électrique ne peut pas passer et l'ampoule reste éteinte.

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

L'objectif est atteint si l'ampoule s'allume lorsque la réponse correspond à la question : alors la connaissance dans la matière (géographie, mathématique ...) est correcte et la construction du circuit est correcte aussi : il est fermé aux bons endroits.

6. En conclusion :

Quand le circuit est ouvert, l'ampoule n'est pas alimentée et donc ne brille pas.
Quand le circuit est fermé, le courant peut circuler, l'ampoule est alimentée et donc brille.

7. Correction de l'exercice complémentaire :

Il fallait noircir les cases suivantes :

Si la réponse est correcte,
le circuit est ouvert
 fermé

et l'ampoule brille
 reste éteinte.

Si la réponse est mauvaise,
le circuit est ouvert
 fermé

et l'ampoule brille
 reste éteinte.

Es-tu adroit(e) ? (fiche n° 9)

1. Objectif à atteindre : construire un jeu d'adresse (qui allumera une ampoule à chaque fois que le joueur touchera le fil).

2. Les instructions complètes que vous pouvez donner aux enfants :

1. Déforme le fil de fer pour lui donner une forme tordue ;
2. Remplis les couvercles de pâte à modeler et enfonce-y les extrémités du fil de fer ;
3. Coupe et dénude trois morceaux de fils électriques (deux morceaux de +/- 15 cm, et un morceau de +/- 30cm) ;
4. Connecte une des extrémités du fil de fer à la pile (avec un morceau de fil électrique) ;
5. Connecte l'autre borne de la pile à une vis de la douille (avec le deuxième fil électrique) ;
6. Connecte une des extrémités du dernier fil électrique à l'autre vis de la douille ;
7. Forme, pour terminer, une boucle, autour du fil de fer, avec l'extrémité libre du fil électrique.

Teste maintenant ton adresse. Ferme un œil (tu n'auras plus ainsi la notion des reliefs) et essaie de déplacer la boucle sur toute la longueur du fil de fer sans le toucher (si la lampe s'allume, tu as perdu et tu devras recommencer).

3. L'observation :

A chaque fois que la boucle en fil dénudé touche le fil de fer, l'ampoule s'allume.
Pourquoi ?



4. Interprétation du phénomène :

Le fil de fer est conducteur du courant électrique. Lorsque la boucle touche le fil de fer, celui-ci ferme le circuit. Le courant peut alors circuler dans le circuit formé par les fils électriques, l'ampoule, le fil de fer, la boucle et la pile : l'ampoule se met à briller.

5. L'objectif a-t-il été atteint ?

Si le circuit est fermé (réponse correcte) l'ampoule brille.
Si le circuit est ouvert (mauvaise réponse) l'ampoule reste éteinte.

6. En conclusion :

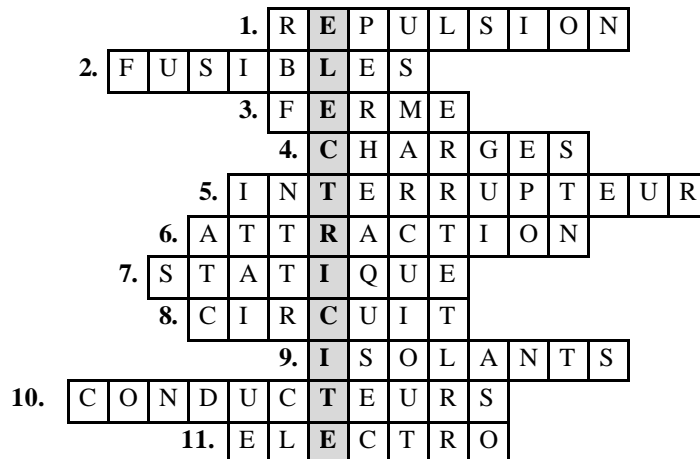
Si le circuit est fermé, l'ampoule brille.
Si le circuit est ouvert, l'ampoule reste éteinte.

7. Correction de l'activité complémentaire :

Mots croisés :

1. **Ce phénomène** a lieu entre des charges de même signe.
2. **Ils** permettent d'éviter l'incendie.
3. Le courant électrique passera si le circuit est
4. **Elles** sont soit positives, soit négatives.
5. **Il** ouvre et ferme le circuit.
6. **C'**est le contraire de la répulsion.
7. **Synonyme** d'immobile.
8. **Il** est fermé ou ouvert.
9. **Ils** ne laissent pas passer le courant électrique.
10. Les métaux sont classés dans **cette catégorie**.
11. Ce **jeu** te permettait de tester tes connaissances générales.

Les lettres correspondant aux cases grisées, te permettront de retrouver le thème de toutes ces expériences.



Le thème était : l'ELECTRICITE

IV. Pour en savoir plus

Nous développons ici différents points qui n'ont pas été soulevés jusqu'à présent et qui peuvent s'avérer utiles pour certaines expériences.

Comme nous l'avons déjà dit, ces explications ne seront probablement pas nécessaires pour les enfants mais elles vous permettront, si vous le souhaitez, d'aller plus loin dans la compréhension de l'électricité et d'avoir une « marge de sécurité » au cas où des questions plus pointues viendraient à être posées.

Comme dans la deuxième partie, cette section reprend les expériences dans l'ordre chronologique et vous retrouverez la numérotation habituelle des fiches destinées aux enfants.

Une colle magique (fiche n°1)

Quand nous **caissons** un morceau de craie par exemple, nous obtenons des petits morceaux de craie.

Quand nous **caissons** ces petits morceaux, nous obtenons de plus petits morceaux encore.

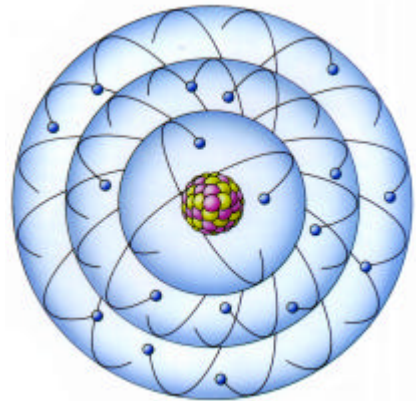
Si nous parvenions à **casser** ces tout petits morceaux, nous obtiendrions des molécules (petites entités qui représentent la matière).

Si nous parvenions à casser les molécules, nous obtiendrions des atomes.

Ces **atomes** contiennent un « cœur » appelé « **noyau** » très dense, très petit, et des particules qui gravitent autour de ce noyau appelées les « **électrons** ».

Le **noyau** est **lourd**, il ne se déplacera pas facilement. Il porte une charge électrique **positive**.

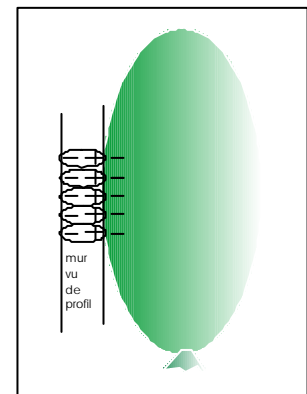
Les **électrons** sont **légers** et plus ou moins bien retenus par le noyau. Ils peuvent donc être assez facilement **arrachés** à un corps ou apportés en **supplément** à un autre corps. Ils portent des charges **négatives**.



Au départ, la matière est **neutre** : il y a **autant** de charges positives que de charges négatives.

Remarque : le mot électron vient du grec, au sixième siècle avant notre ère, les Grecs avaient remarqué qu'en frottant un morceau de résine fossilisée, l'ambre jaune (elektron en grec), celui-ci attirait des corps légers (fils de laine, cheveux, ...).

Lorsque nous **frottons le ballon gonflé**, nous modifions ses propriétés de surface. Des électrons ont été arrachés au morceau de tissu (ou de la main) et se sont placés sur le ballon. La charge du ballon devient donc globalement négative. Les charges négatives présentes sur le mur vont sentir l'influence de la charge négative du ballon et vont se placer le plus loin possible. Il y aura alors attraction entre les charges négatives du ballon et les charges positives du mur. Le ballon « colle » au mur.



Il est bon de remarquer que les charges négatives du mur repoussent aussi les charges négatives du ballon mais comme elles se trouvent plus loin la répulsion est moins forte que l'attraction. En effet, l'attraction et la répulsion sont des forces qui diminuent très vite quand la distance augmente. Donc la force d'attraction est plus importante que la force de répulsion (le ballon reste collé au mur).

Par contre, il va glisser le long de la porte métallique. Nous verrons, par la suite, que les métaux sont bons conducteurs, donc le métal de la porte va permettre aux charges situées sur le ballon de circuler et de ne pas rester sur celui-ci. Ce phénomène ressemble beaucoup à ce qui se passe lorsqu'on touche de la main un objet : un objet métallique paraîtra froid, alors qu'un objet en bois paraîtra chaud. Pourquoi ? Parce que le métal conduit bien la chaleur, contrairement au bois, et que la chaleur apportée par la main ne reste pas dans le voisinage de celle-ci lorsque l'objet est métallique, au contraire de ce qui se passe avec du bois.

Le ballon qui **n'est pas gonflé** mais frotté ne reste pas « collé » contre le mur. Nous pouvons supposer que la surface de contact étant moins grande, le phénomène d'électrisation n'est pas aussi marqué.

La **couleur** n'influence pas le phénomène d'électrisation.

Si les enfants se mettent à frotter tout ce qui leur passe entre les mains, essayez quand même de les guider vers les cas les plus classiques. En voici quelques-uns :

Lorsque nous **frottons** la latte en plastique avec le tissu, nous arrachons des électrons du tissu. Ces électrons viennent alors « se coller » sur la latte.

La latte qui était globalement neutre au départ, devient alors négative. Cela a comme conséquence d'attirer les petits morceaux de papier.

Lorsque nous **frottons** la latte métallique avec le tissu ou la main, nous arrachons cette fois des électrons de la latte. Elle devient alors globalement positive.

L'effet sur les petits morceaux de papier est le même : les plus proches et les plus légers sont attirés par la latte.

Attention, n'oubliez pas que les métaux sont de bons conducteurs d'électricité et qu'il faut donc les isoler. Par exemple, en tenant la latte par l'intermédiaire d'un morceau de plastique (plastique « avec des bulles » pour protéger les objets fragiles lors des transports). Si vous ne prenez pas cette précaution, votre corps, relativement bon conducteur, permettra aux charges de se déplacer.

Il est plus difficile d'observer un phénomène d'électrisation par frottement lorsqu'on **frotte** la latte en bois avec le tissu ou la main. Le frottement n'est efficace que si le bois est bien sec.

En conclusion :

Frotter la latte en plastique ou la latte métallique conduit à deux électrisations différentes (la latte en plastique se charge négativement et la latte métallique se charge positivement) qui se manifestent de la même manière : attraction des morceaux de papier. De l'extérieur, il est impossible pour l'instant de distinguer les charges positives et négatives.

L'explication complète du phénomène n'est pas forcément nécessaire à ce niveau pour l'élève (elle le sera peut-être lors de l'expérience suivante), mais il est bon de l'avoir en tête dès à présent pour répondre à d'éventuelles questions.

A ce stade, il faudrait que la notion suivante soit bien assimilée :

Frotter le ballon ou les lattes avec un morceau de tissu (ou la main) a fait passer « quelque chose » d'un corps à l'autre. Et que ce « quelque chose » est appelé **charge électrique**.

C'est à ce stade qu'il serait bon de préciser que ce sont les électrons qui se déplacent.

Dans le cas des ballons frottés avec le tissu ou la main, les électrons passent du tissu vers les deux ballons.

Dans le cas des ballons frottés l'un contre l'autre, les électrons d'un des ballons sont arrachés et viennent se poser sur l'autre ballon.

L'eau déviée (fiche n°3)

Les molécules d'eau présentent une « séparation naturelle » des charges positives et négatives. Ce phénomène s'appelle la polarisation de l'eau.

Trions, classons (fiche n°4)

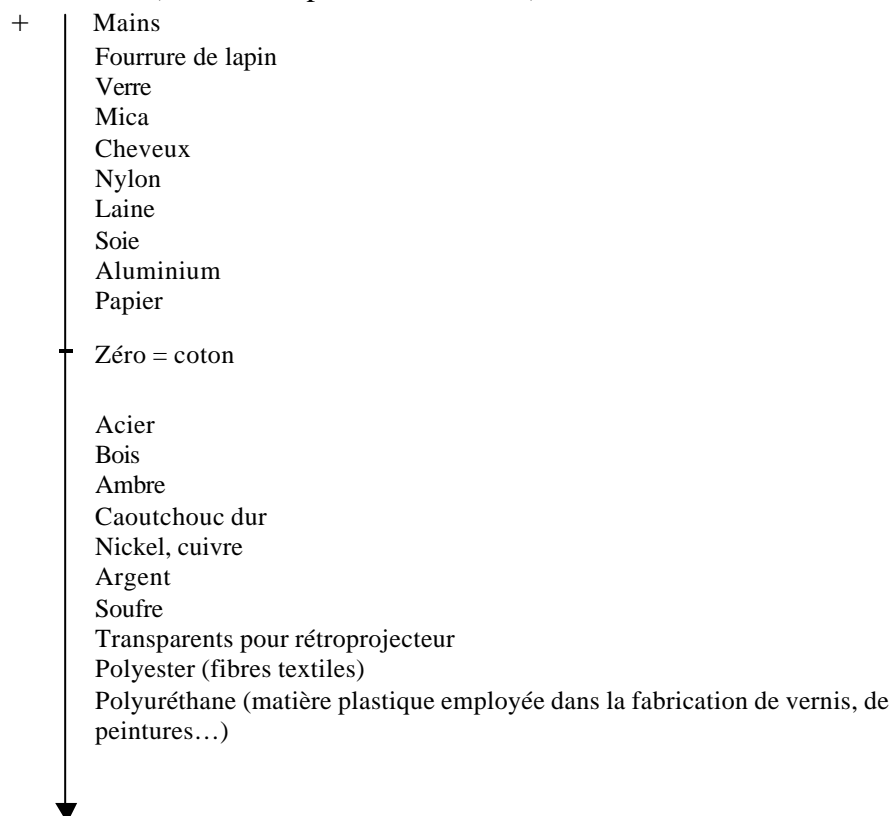
Nous vous donnons, ci-dessous, une liste non exhaustive de matériaux classés suivant leur capacité à se charger.

Pour que les effets des frottements entre deux matériaux soient bien marqués, nous avons toujours intérêt à choisir deux matériaux le plus éloignés dans la liste (par exemple frotter le PVC avec les mains...).

Les matériaux qui se trouvent en haut de la flèche ont tendance, quand ils sont frottés avec des matériaux qui se trouvent en bas de la flèche, à se charger positivement (ce que nous indiquons par +) et donc à perdre facilement des électrons.

Plus on descend (jusqu'au zéro) dans la liste, moins cette tendance est importante.

Quand on continue de descendre (au-delà de zéro), les matériaux ont, cette fois, tendance à se charger négativement (ce que nous indiquons par -) lorsqu'ils sont frottés avec des matériaux situés en haut de la flèche (donc à accepter des électrons). C'est le cas du PVC.



Polyéthylène (matière plastique résultant de la polymérisation de l'éthylène)

— Vinyle (33 tours ou 45 tours), PVC (tube d'installation électrique)

Il faut remarquer que les matériaux conducteurs doivent être isolés (les entourer d'un manche isolant, comme du plastique), c'est le cas du cuivre, de l'aluminium (le manche du couteau suffit), si l'on veut conserver les charges sur la partie frottée.

Les objectifs facultatifs :

2. *Examiner l'influence de la distance : le matériau frotté influence-t-il autant la boussole s'il est près ou loin ?*

Nous observons que :

- si nous plaçons le tube de PVC (chargé) tout près de la boussole électrique, celle-ci oscille vite avant de s'arrêter.
- si nous plaçons le tube de PVC (chargé) assez loin de la boussole électrique, celle-ci oscille doucement avant de se s'arrêter.

Donc plus la distance augmente, plus l'influence de la charge sur la boussole électrique sera faible. Plus la distance diminue, plus l'influence sera grande.

3. *Examiner l'influence de la charge apportée : la boussole électrique va-t-elle détecter de la même façon le tube de PVC frotté une fois ou plusieurs fois ?*

Nous observons que :

- si nous plaçons le tube de PVC chargé fortement (frotté deux ou trois fois) près de la boussole électrique, celle-ci oscille vite avant de s'arrêter.
- si nous plaçons le tube de PVC moins chargé (frotté une seule fois) au même endroit par rapport à la boussole électrique, celle-ci oscille doucement avant de s'arrêter.

Donc, plus le matériau approché de la boussole électrique est chargé, plus l'influence de cette charge sera importante sur la boussole. Moins le matériau est chargé, moins l'influence est grande.

4. *Les charges se répartissent-elles sur toute la surface du matériau ou restent-elles stockées là où elles ont été déposées ?*

Après avoir frotté le tube de PVC à un endroit, nous constatons que l'aiguille de la boussole indique l'endroit frotté. Quand nous déplaçons le tube, la boussole électrique «suit» l'endroit chargé.

Donc, les charges apportées sur la surface restent là où elles ont été déposées. On dit qu'il s'agit d'électricité statique (au repos).

5. *Peut-on décharger facilement un matériau chargé ?*

Frottons le tube de PVC, approchons-le de l'aiguille de la « boussole », celle-ci pointe une de ses extrémités vers le tube.

Passons l'endroit chargé au-dessus de la flamme de la bougie (il n'est pas nécessaire de le faire longtemps ni de mettre le tube dans la flamme, survoler doucement, une seule fois la flamme suffit).

Approchons de nouveau le tube de PVC près de l'aiguille de la boussole, celle-ci n'est plus déviée.

Voici les conclusions qui nous semblent importantes :

Pour électriser un corps il faut qu'il y ait frottement entre ce corps et un autre. Cet autre corps s'électrise donc aussi.

Tous les corps s'électrisent, mais différemment. Certains corps s'électrisent bien, d'autres moins bien.

Pour que les effets soient marqués, il faut prendre deux corps qui se trouvent loin l'un de l'autre sur l'échelle donnée (page 31).

Les enfants vous poseront peut-être quelques questions sur la **foudre**. Voici quelques informations toujours utiles à se rappeler.

Un peu de vocabulaire :

La **foudre** est la décharge qui se produit entre deux nuages, entre deux parties de nuages ou entre un nuage et un point situé sur la terre (paratonnerre, sol, arbre...).

L'**éclair** est la lueur brève et vive traduisant la décharge électrique, le **tonnerre** est le bruit sec ou le roulement de tambour dû à la dilation brusque de l'air au voisinage de l'éclair.

Interprétation de la foudre :

L'air chaud qui circule entre la base du nuage et son sommet électrise par frottement les gouttelettes du nuage.

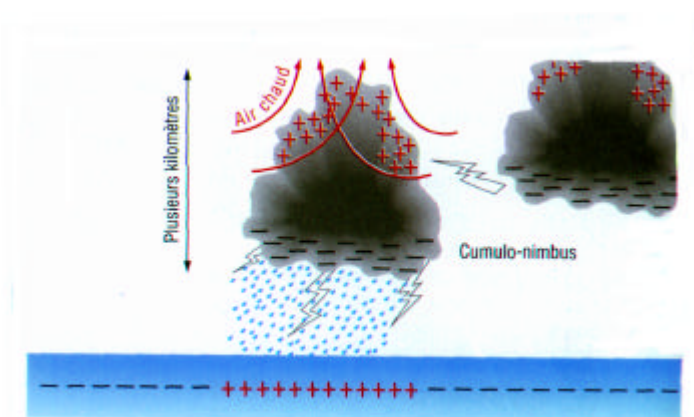
Généralement le sommet se charge positivement alors que la base se charge négativement.

Au sol, dans la région qui se trouve en dessous de la base du nuage, les électrons sont chassés (les charges de même signe se repoussent). Cette partie devient donc globalement positive.

Lorsqu'il y a suffisamment de charges électriques de part et d'autre, la **décharge** électrique se produit.

Cette décharge peut avoir de graves conséquences : incendies, mort d'homme ou d'animaux.

La plupart du temps, la décharge se produit entre le nuage et un objet pointu (arbres, poteaux...) se trouvant au sol. Voilà pourquoi il est déconseillé de s'abriter en dessous d'un arbre ou même d'ouvrir son parapluie par temps d'orage.



Cet effet, appelé effet de pointe, est cependant mis à profit pour diriger la décharge vers des endroits bien précis : c'est le cas des paratonnerres. Il s'agit d'une tige métallique dressée sur le toit d'un immeuble, d'une église...et reliée à la terre par un gros câble métallique. Quand la décharge se produit, le courant va s'écouler, sans danger, dans le sol.

2^{ème} partie : électricité**Ton premier circuit électrique (fiche n°5)**

Voici quelques informations complémentaires concernant la pile électrique et l'ampoule électrique. Il est probable que ces questions de détails ne seront pas soulevées en classe. Néanmoins si elles l'étaient, vous auriez ainsi une « réserve » d'informations supplémentaires.

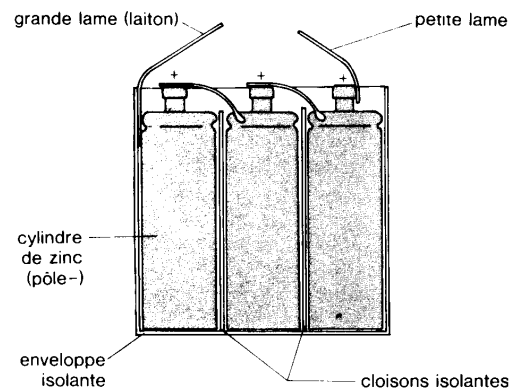
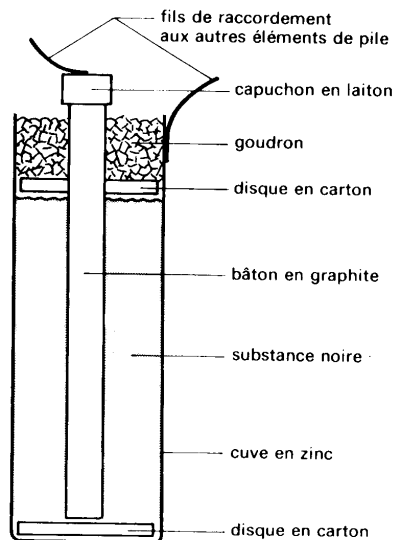
La pile électrique

Il s'agit ici d'une pile plate de 4,5 V.

Le symbole V représente l'unité de tension électrique qui est le Volt en mémoire du physicien italien Alessandro Volta qui construisit la première pile et la présenta à Bonaparte.

Attention, le terme « plate » ne veut pas dire que la pile est usée mais fait référence à sa forme.

La pile de 4,5V contient, en fait, trois éléments identiques correspondant chacun à une pile crayon de 1,5 V.



Les éléments les plus importants de la pile sèche de 1,5 V sont :

- un bâton en graphite (charbon) plongé dans ...
- une substance noire (gelée)
- deux disques en carton
- du goudron
- le tout dans une cuve en zinc
- les bornes (qui se trouvent en haut et en bas)

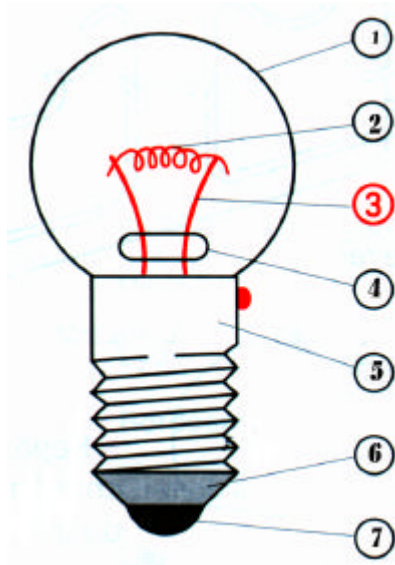
C'est entre le bâton de graphite et la pâte noire (NH_4Cl) que se fait la réaction chimique. La pile transforme une énergie chimique en énergie électrique.

C'est une réserve d'énergie : si elle est épuisée, il faut soit jeter la pile (dans un container prévu à cet effet, pensez au recyclage), soit la recharger : il s'agit alors d'une batterie (sa structure interne est un peu différente).

Vous pouvez démonter une pile et en montrer l'intérieur à vos élèves, ils trouveront certainement cela fort intéressant, mais il faudra éviter le contact des constituants avec les yeux. En effet, ces constituants sont des produits chimiques, toxiques et salissants. Veillez à ce que les enfants se lavent bien les mains après cette manipulation.

L'ampoule électrique :

Voici les parties principales de l'ampoule électrique :



1. l'ampoule en verre (elle protège le filament)
2. le filament (il chauffe tellement fort quand l'ampoule est branchée qu'il devient incandescent)
3. le support du filament
4. la perle de verre (qui a des formes différentes suivant les ampoules)
5. le culot ou vis en laiton
6. l'isolant
7. le plot (contact)

Le filament est en tungstène (métal). Son diamètre est inférieur à 1/10 mm et il fond à 3400 °C, c'est le plus réfractaire (qui résiste à certaines influences physiques ou chimiques, ici : une haute température) de tous les matériaux.

Toutes les parties conductrices (métalliques) laissent passer le courant électrique ; les autres l'arrêtent.

Observons l'intérieur d'une ampoule, une fois qu'elle est branchée sur la pile comme le montrent les deux schémas suivants :

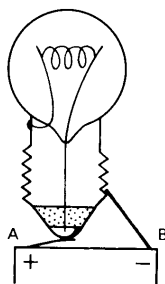


Fig. A

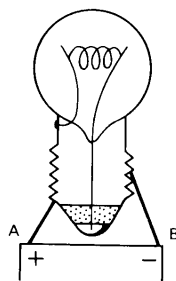


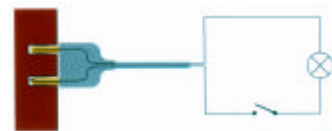
Fig. B

Nous pouvons constater que :

Dans le cas de la figure A, le courant peut circuler en circuit fermé : il traverse uniquement des parties conductrices : la petite borne de la pile, le plot (métallique), un support du filament, le filament, le deuxième support du filament, la vis en laiton, la plus grande borne de la pile et la pile.

Dans le cas de la figure B, le courant ne traverse pas le filament lumineux. Mais si les branchements correspondent à ceux de la figure B, la pile va rapidement se vider, puisque le circuit est fermé directement, à travers le pas de vis du culot (en court-circuit).

Beaucoup d'enfants (et même d'adolescents ou d'adultes) pensent qu'il n'y a qu'un seul câble électrique à l'intérieur des cordons d'alimentation des appareils électriques. Il est donc important d'attirer l'attention des élèves sur le fait que ces cordons contiennent deux câbles (puisque'il faut fermer le circuit) et non pas un seul.

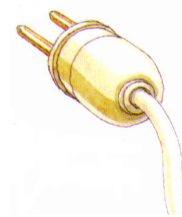


Conducteur ou isolant ? (fiche n°6)

Dans la vie courante, nous nous protégeons des risques d'électrocution en interposant, entre notre corps et l'appareil électrique utilisé, des matières isolantes.



Les câbles électriques, les fiches électriques, le manche du tournevis, sont toujours recouverts d'une gaine (en caoutchouc) isolante protectrice.



L'eau de ville ou du robinet est, malheureusement, bonne conductrice de courant électrique. Il est donc toujours très vivement déconseillé de manipuler un appareil électrique en ayant les mains mouillées, nous risquons alors l'électrocution. Pour les mêmes raisons, vouloir se sécher les cheveux en étant dans son bain serait suicidaire.

