

Institut d'Administration Scolaire

Service de Méthodologie et  
Formation

Professeur Marc Demeuse

Carré des Sciences

Service de Physique expérimentale  
et biologique

Professeur Pierre Gillis

**DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE DIAGNOSTIC ET DE  
REMÉDIATION IMMÉDIATE AU TRAVERS D'ACTIVITÉS  
SCIENTIFIQUES AU PREMIER DEGRÉ DE L'ENSEIGNEMENT  
SECONDAIRE**

*Recherche 123/08*

*Rapport final (Annexes)*

*Septembre 2009*

**Céline Demierbe, Alexandra Franquet et Soizic Mélin**

**Avec la collaboration d'Arnaud Dehon, Antoine Derobertmeasure, Francesco Lo Bue et  
Stéphanie Malaise**

Institut d'Administration Scolaire

Service de Méthodologie et  
Formation

Professeur Marc Demeuse

Carré des Sciences

Service de Physique expérimentale  
et biologique

Professeur Pierre Gillis

**DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE DIAGNOSTIC ET DE  
REMÉDIATION IMMÉDIATE AU TRAVERS D'ACTIVITÉS  
SCIENTIFIQUES AU PREMIER DEGRÉ DE L'ENSEIGNEMENT  
SECONDAIRE**

*Recherche 123/08*  
*Rapport final (Annexes)*  
*Septembre 2009*

**Céline Demierbe, Alexandra Franquet et Soizic Mélin**

**Avec la collaboration d'Arnaud Dehon, Antoine Derobertmeasure, Francesco Lo Bue et  
Stéphanie Malaise**

# ANNEXE 1 – Introduction générale de la farde enseignant

## 1. Présentation générale

Cet outil est constitué d'un ensemble de documents et de matériel ayant comme objectif commun de permettre aux élèves de relever un défi. Ce défi est le prétexte permettant de développer des compétences disciplinaires en lien direct avec la démarche expérimentale comme par exemple : « rechercher et identifier des indices », « concevoir ou adapter une procédure expérimentale », « trier des éléments », « schématiser une situation expérimentale », « confirmer ou infirmer un raisonnement », « valider des résultats et éventuellement élaborer un concept ou un principe ». Des compétences transversales comme certaines compétences mentales, attitudes relationnelles ou encore des compétences motrices sont aussi visées.

Les thèmes abordés par les élèves lors de cette démarche sont *l'électricité* et *l'énergie*. Pour chacun de ces thèmes, les défis à relever sont respectivement la construction d'un jeu *électro*<sup>1</sup> et la construction d'une mini-éolienne destinée à alimenter une petite ampoule.

Chacun de ces deux défis permettra aux élèves de découvrir des notions théoriques spécifiques tout d'abord de manière implicite, lors de la construction proprement dite et ensuite de manière tout à fait explicite, lors de la mise en commun et de la synthèse. Dans les deux cas, la construction de l'objet vise à la compréhension de son fonctionnement mais constitue surtout un point de départ pour aborder ou étudier certains concepts en physique. Le concept d'énergie ne sera qu'effleuré, tandis que certains concepts en électricité comme ceux de circuits électriques ouverts ou fermés, conducteurs et isolants seront étudiés plus en profondeur.

Lors de la construction de l'objet, chaque groupe d'élèves organise sa démarche à son propre rythme, identifie ses difficultés et y remédie de la manière la plus autonome possible. Pour cela, chaque groupe dispose donc d'*outils* propres au défi choisi : la fiche de diagnostic (reconnaisable par ses *marguerites*), les fiches d'aide (dans lesquelles volontairement aucune piste directe n'est donnée en tant que telle. Les élèves ont droit à l'erreur, c'est ce droit qui leur permet de progresser de manière constructive et solide), les documents

---

<sup>1</sup> La construction du jeu électro fait normalement partie du programme d'éveil de l'enseignement fondamental mais nous avons pu constater que, même si cette expérience est effectuée dans l'enseignement primaire, les notions théoriques visées sont loin d'être acquises par les élèves entrant dans le secondaire. Cependant si vous le souhaitez, il vous est tout à fait loisible d'exploiter uniquement le thème de l'énergie. Les deux thèmes sont présentés de manière indépendante l'un de l'autre.

spécifiques (dossiers, reportage vidéo, ...), le lexique et la valisette contenant le matériel nécessaire (donnée seulement lorsque les élèves ont listé le matériel nécessaire).

Cette farde contient plusieurs parties. D'une part, elle est destinée aux enseignants et comporte deux parties distinctes : le premier dossier traite du thème I : l'électricité (construction du jeu *Electro*) tandis que le deuxième traite du thème II : l'énergie (construction de la mini-éolienne). Ces deux dossiers (électricité et énergie) sont uniquement destinés aux enseignants. Ils sont construits suivant des trames presque identiques : l'introduction (qui présente le défi et les outils disponibles pour les élèves), les notions théoriques (dans le cas de la construction du jeu électrique, certaines notions sortent du cadre du cours pour les élèves), quelques préconceptions générales répertoriées, des remarques à propos des fiches d'aide destinées aux élèves, une ébauche de synthèse possible (en classe, la synthèse dépend des différentes étapes par lesquelles sont passés les élèves, de leurs interrogations et remarques éventuelles), et enfin la bibliographie. D'autre part, les fiches d'aide pour les élèves, les deux fiches de diagnostic, les fiches de synthèse, les lexiques sont mis à disposition de l'enseignant et des élèves. Ces fiches sont présentées de manière à pouvoir être photocopiées dans l'éventualité où ces documents seraient égarés par les élèves. De plus, une série de dossiers offrent des informations supplémentaires sur les thèmes abordés (les différentes ampoules électriques, les piles, les centrales électriques, les éolienne...).

Afin de simplifier la manipulation de cet outil, les icônes suivantes sont utilisées. Elles servent à attirer l'attention de l'enseignant, le conseiller ou lui rappeler des informations importantes.



Rappel



Attention



Information



Les informations similaires aux deux thèmes sont également encadrées et ainsi mises en évidence.

## 2. L'organisation du travail en classe

L'organisation dans la classe peut suivre le planning suivant (il est évident que chaque enseignant l'adaptera suivant ses contraintes propres : horaire, logistique...) :

### 2.1. Plan

L'enseignant présente le *défi* aux élèves.

Les élèves font un premier schéma.

Les élèves :

- forment les groupes ;
- consultent certains documents d'aide ;
- discutent entre eux ;
- dessinent un *schéma commun* qui leur servira de base pour la construction ;
- remettent la liste du matériel qui leur semble nécessaire pour entreprendre la construction.

L'enseignant présente les outils (fiches d'aide et de diagnostic, dossiers, matériel,...) aux élèves.

L'enseignant :

- donne le matériel ;
- veille à la bonne organisation de la classe (calme, respect, déplacement des élèves...) ;
- se limite à relancer l'avancement par le questionnement.

Les élèves :

- travaillent par groupes, discutent, argumentent ;
- progressent dans leur construction et dans la découverte de notions théoriques, grâce à une série d'aller et retour construction -fiche de diagnostic et fiches d'aide.

Une fois, l'objet (jeu ou éolienne) construit :

Les élèves

- se séparent ;
- réalisent un nouveau schéma individuel en servant, si nécessaire, des fiches d'aide appropriées et du montage réalisé.

### 3<sup>ème</sup> partie - environ 1 période

L'enseignant :

- propose aux élèves d'expliquer leurs schémas respectifs ;
- la synthèse se fait à partir des synthèses individuelles des élèves.

#### 2.2. Description des différentes étapes

##### *Le défi*

L'enseignant annonce le défi aux élèves : soit construire une mini-éolienne destinée à alimenter une petite ampoule électrique, soit construire un jeu *électro*.

##### *Le premier schéma - ou dessin – individuel*

La construction du jeu *électro* : l'enseignant demande aux élèves de faire un premier schéma, individuellement, de manière à représenter concrètement leurs conceptions initiales existantes avant de démarrer réellement le projet. A ce stade, les élèves ne réalisent pas un schéma mais un dessin qui reste souvent une vue extérieure de l'objet à construire, ce qui est tout à fait normal ! Cependant cette différence devra être bien comprise par les élèves en fin de projet.

La construction de la mini-éolienne : toujours dans le but de représenter concrètement leurs conceptions initiales, l'enseignant demande aux élèves de faire individuellement un premier dessin de leur future construction. Cette fois, il s'agit d'un dessin cette fois et non plus d'un schéma car si dans le cas du jeu électrique le schéma a sa justification, ce n'est pas le cas pour l'éolienne.

##### *Le schéma - ou dessin – commun*

L'enseignant constitue des groupes de trois élèves. Cette estimation reste bien évidemment à l'appréciation de chaque enseignant, elle permet de pallier à l'absence d'un élève ou à l'inactivité d'un élève dans un groupe trop important mais elle n'est en aucun cas imposée. L'objectif de cette activité est la confrontation des représentations des élèves. Dans la formation des groupes, il est important de mélanger le niveau des élèves en veillant à compléter les compétences des uns par celles des autres, ... Dans ces groupes, les élèves expliquent leurs représentations personnelles, interagissent, argumentent, prennent conscience que chacun peut apporter sa pierre à l'édifice. A la fin de la discussion, les élèves doivent parvenir à construire un schéma commun et constituer la liste du matériel qui leur sera nécessaire.

## L'expérimentation

Les élèves construisent l'objet souhaité. Cette étape permet d'évaluer le schéma élaboré en commun ainsi que de tester les différents paramètres (dans le cas de la mini éolienne : les hélices, les générateurs, les ampoules... ; et dans le cas du jeu *électro* : les piles, les ampoules, le choix des conducteurs...).

Les deux défis sont de niveaux conceptuels et pragmatiques différents. Lorsque les élèves ont compris comment tester un paramètre à la fois, la construction proprement dite de la mini-éolienne est relativement simple alors que la construction du jeu *électro* demande davantage de soin et de temps. Par contre appréhender le concept d'énergie est d'un niveau de difficulté bien supérieur aux concepts en lien avec l'électricité.

Pour relever ces défis les élèves ont à leur disposition différents outils : la grille d'autodiagnostic, les fiches d'aide, le lexique ainsi que des petits dossiers reprenant quelques informations qui peuvent s'avérer utiles).

- *La grille de diagnostic (intitulée « Je me pose des questions » pour les élèves)*

La grille de diagnostic permet aux élèves de sérier les difficultés rencontrées au moment où elles apparaissent. Chaque élève en possède une, chaque élève peut donc faire son propre diagnostic (autodiagnostic). Néanmoins, les élèves peuvent également diagnostiquer leurs difficultés entre pairs ou avec l'enseignant. Les élèves peuvent consulter la grille de diagnostic à tout moment. Il faut d'ailleurs inciter les élèves à la consulter le plus souvent possible car cela n'est pas naturel pour eux. Dans les premiers temps de l'expérience, il peut être difficile pour les élèves de gérer simultanément l'organisation générale du groupe et du travail ainsi que l'utilisation de tous les indices (la grille de diagnostic et les fiches d'aide)

La grille de diagnostic est composée de cinq « *marguerites* » différentes. Quatre de ces *marguerites* correspondent à un type particulier de difficulté que l'élève est susceptible de rencontrer. Ainsi, si la difficulté est de l'ordre de la construction pure, l'élève situe sa question dans la *marguerite* bleue (repérée par une main qui tient une *clé anglaise* ). Si le problème se situe dans le choix d'un composant plutôt qu'un autre, la question correspond à la *marguerite* jaune (repérée par un personnage qui est à la *croisée de plusieurs chemins* ). La *marguerite* verte reprend les questions d'ordre plus conceptuel (le personnage a une *loupe en main* ). Ces dernières questions permettent à l'élève de faire le lien entre la construction de l'objet et les notions de physique sous-jacentes. Elles permettent également d'amener progressivement l'élève vers la future synthèse. Les pannes sont repérées sur la *marguerite* rouge (le logo représente un *élément*

*récalcitrant* ). La cinquième *marguerite*, blanche, permet à des élèves qui ont fini la construction de prolonger le projet en allant un peu plus dans les détails des différents composants. Son logo représente un *coureur franchissant la ligne d'arrivée* .

Ce que nous résumons dans le tableau suivant :

La difficulté est ...	Le logo	La signification
... manuelle.		La main qui tient une <i>clé anglaise</i> indique bien un travail manuel.
...de l'ordre du choix d'un composant.		Le personnage qui est à la croisée de plusieurs chemins se pose des questions quant au chemin à choisir, il s'agit donc d'un choix.
... de l'ordre de la compréhension et de la découverte de concept et de l'élaboration de la synthèse.		Le personnage a une <i>loupe en main</i> , regarde les choses d'une autre manière. Des concepts peuvent être introduits et des classifications peuvent s'ébaucher.
... de réparer une panne.		L'élément <i>récalcitrant</i> est la panne qu'il faut identifier et qu'il faut corriger.
L'opportunité ...		
... d'aller plus loin.		Le coureur coupe la ligne d'arrivée. Les élèves qui le souhaitent peuvent découvrir certains composants du circuit électrique plus en détails.

Chaque fiche d'aide répondant à une difficulté ciblée sera marquée par le même logo que celui figurant sur la *marguerite* correspondante.

- *Les fiches d'aide*

Les fiches d'aide se veulent être, comme leur nom l'indique et comme nous venons de l'expliquer dans le paragraphe précédent, une réponse aux difficultés que rencontrent

les élèves. Elles sont à consulter sans modération et dans n'importe quel ordre par les élèves.

Aucune fiche ne donnera LA réponse immédiatement exploitable pour construire l'objet ; Chacune des fiches complète les autres de manière à pallier, normalement, à toutes les difficultés des élèves. Elles proposent des activités ou des réflexions qui permettent à l'élève de surpasser la difficulté rencontrée à ce moment spécifiquement.

Au moment voulu, nous insisterons sur l'importance de fiches spécifiques à chaque construction. Ces fiches ne seront probablement pas nécessaires aux élèves pour la construction proprement dite de l'objet mais elles sont importantes pour la découverte de certaines notions théoriques : circuits électriques ouverts ou fermés, conducteurs et isolants pour le jeu *électro* ou les transformations d'énergie pour la mini-éolienne. Il est donc important d'attirer l'attention des élèves sur ces fiches, qui pourraient passer inaperçues, de manière à ce que cette construction soit bien le tremplin pour la découverte de nouveaux concepts.

Toutes les fiches sont imprimées en format A5 de manière à ne pas décourager les élèves par des textes trop longs. Elles sont classées en fonction des différents logos. Chaque logo correspondant un type de difficulté particulier. Ainsi les fiches avec le logo de la main qui tient la *clé anglaise* donnent des conseils concrets comme par exemple dénuder convenablement un fil électrique ou attacher une hélice. Les fiches repérées par le *personnage se demandant quel choix faire* proposent des tableaux comparatifs à compléter pour choisir dans le matériel proposé : quelle ampoule électrique ?, quelle pile ?, quelle hélice ?... Les fiches *signalées par le personnage qui regarde avec une loupe* introduisent certains concepts : schéma-dessin d'un circuit électrique ouvert ou fermé, les transformations d'énergie... Les fiches marquées du *petit diable* permettent de diagnostiquer la panne et d'y remédier tandis que les fiches *ligne d'arrivée* explorent l'intérieur d'une pile ou d'un moteur, un autre modèle de jeu...

Dans la classe, les fiches d'aide doivent se trouver sur une table, au centre de la pièce. Tous les groupes doivent pouvoir y avoir accès facilement. Elles se trouvent dans des enveloppes numérotées et repérées par leur logo. Chaque enveloppe contient une petite dizaine de fiches identiques. Par exemple, pour la construction du jeu *électro*, l'enveloppe n°6 contient les fiches n°6 et porte le logo du personnage qui cherche son chemin. Ainsi le groupe, ou l'élève, qui se pose la question « Avec quel matériau allons-nous raccorder la question à sa réponse ? » va chercher cette fiche dans l'enveloppe n°6. Une fois la réponse trouvée, la fiche doit être remise dans l'enveloppe.

- *Le lexique*

Les élèves qui ne connaissent pas le nom d'un objet peuvent l'identifier en utilisant le lexique, d'autres qui ne connaissent pas la signification d'un mot, peuvent l'y trouver aussi. Le lexique joue le rôle de trait d'union entre un vocabulaire qui se veut scientifique « pour débutant » et le vocabulaire quotidien employé par tout un chacun.

### *Le deuxième schéma ou dessin – individuel*

Une fois l'objet construit, chaque élève réalise une nouvelle représentation. Si l'enseignant n'a pas insisté sur l'importance de la différence entre le dessin et le schéma, ou si l'élève n'a pas différencié les deux mots, il s'agira toujours d'un dessin. En effet, il est compréhensible que cette nuance n'ait pas été décelée par les élèves étant donné que les conventions utilisées pour représenter un circuit électrique ne sont pas nécessaires à la construction de celui-ci ! Il convient donc d'insister sur cette distinction lors de la synthèse. Les élèves qui sont toujours au stade du dessin utiliseront les fiches d'aide correspondantes et, en suivant les conventions, réaliseront cette fois un schéma.

### *La synthèse*

- *Construction de la synthèse*

La synthèse collective se construira avec l'aide de l'enseignant à partir des synthèses personnelles de chaque élève. Questionnés par l'enseignant, les élèves pourront apporter chacun, et dans la mesure de leurs compétences et connaissances, leur propre pierre à l'édifice. Elle reprendra le schéma final (ou dessin dans le cas de l'éolienne) de la construction et les notions acquises en cours de projet.

- *L'évolution des schémas ou dessins*

A ce stade, Il est important que les élèves prennent conscience de l'évolution de leurs représentations en comparant les dessins « avant » et « après » expérimentation. Les dessins ont-ils évolué ou sont-ils identiques ? S'agit-il encore d'une vue extérieure ou d'une vue intérieure de l'objet ? Celui-ci est-il vu sous le même angle ? La légende est-elle différente ? Le dessin est-il soigné, détaillé, complet ? Les commentaires ajoutés sont-ils identiques à ceux employés en premier jet ? ...

- *Si la notion de schéma n'est pas encore acquise :*

Lorsque la représentation au travers d'un schéma n'est pas acquise, l'élève va consulter les fiches d'aide correspondantes et découvre les différentes conventions utilisées en

électricité. Une fois ces conventions assimilées, il les incorpore à sa représentation. Après discussions, la classe arrive à un nouveau consensus et construit le schéma final.

- *Les notions en physique*

Jusqu'à la mise en commun, même si l'élève a pris conscience qu'il était nécessaire que certaines conditions *sine qua non* soient respectées pour que le défi proposé puisse être relevé, aucune notion physique n'a été évoquée explicitement. C'est le moment, pour l'enseignant, de s'assurer que les notions telles que circuit électrique ouvert ou fermé, isolant ou conducteur électriques, générateur et récepteur électriques sont bien présentes dans l'esprit des élèves, de les faire émerger et de les ancrer dans la synthèse. Pour la construction de la mini-éolienne, la situation est plus fragile. Le découpage du montage de l'éolienne en une chaîne d'éléments ayant chacun une action sur le suivant, l'analyse de ces actions et des transferts qui s'effectuent entre les éléments ainsi que les transformations d'un type d'énergie en un autre type, sont des notions accessibles pour les élèves de début de secondaire... Mais le concept d'énergie, quant à lui, ne sera qu'effleuré pour la première fois ici. Il s'agit d'un des concepts les plus difficiles à appréhender et il est bien évident qu'il faudra que l'élève le redécouvre plusieurs fois lors de son cursus pour vraiment se l'approprier !

### *La valise*

Cette valise contient l'essentiel du matériel nécessaire aux élèves pour relever les deux défis : la construction de la mini-éolienne et la construction du jeu *électro*.

Les élèves trouveront donc dans chaque coffret : deux ampoules différentes avec leurs supports respectifs, un moteur, une hélice d'aéromodélisme et sa fixation, des fils de connexion...

Du matériel commun aux deux expérimentations (à placer au centre de la classe, avec les fiches d'aide et les dossiers) est également fourni : tournevis, pinces à dénuder, lampe dynamo, dynamo de bicyclette, ventilateur d'ordinateur et piles.

Les élèves qui construisent le jeu *électro* devront prévoir du papier collant, de la colle, du papier aluminium, des attaches parisiennes (deux par paire de *question-réponse*) et une feuille carton (comme un fond de bloc de feuilles par exemple). Cette construction nécessitant moins de matériel spécifique que pour l'éolienne (pas d'hélice, de moteur, de bouchon, de dynamo de bicyclette ou de lampe dynamo), il est possible de fournir uniquement les composants nécessaires pour le thème de l'électricité, à voir par l'enseignant.

Vous trouverez en fin de dossier, une liste de magasins spécifiques dans lesquels il est possible de trouver du matériel particulier comme les hélices, les générateurs, dynamo, et matériel « périssable »...

### *Le timing conseillé*

La meilleure répartition horaire serait un découpage en quatre à cinq périodes<sup>2</sup>.

- Le défi, le premier schéma individuel et le schéma collectif : environ 1 période
- La présentation des outils, la construction proprement dite et le deuxième schéma individuel : environ 2 périodes
- La mise en commun pour toute la classe : environ 1 période.

---

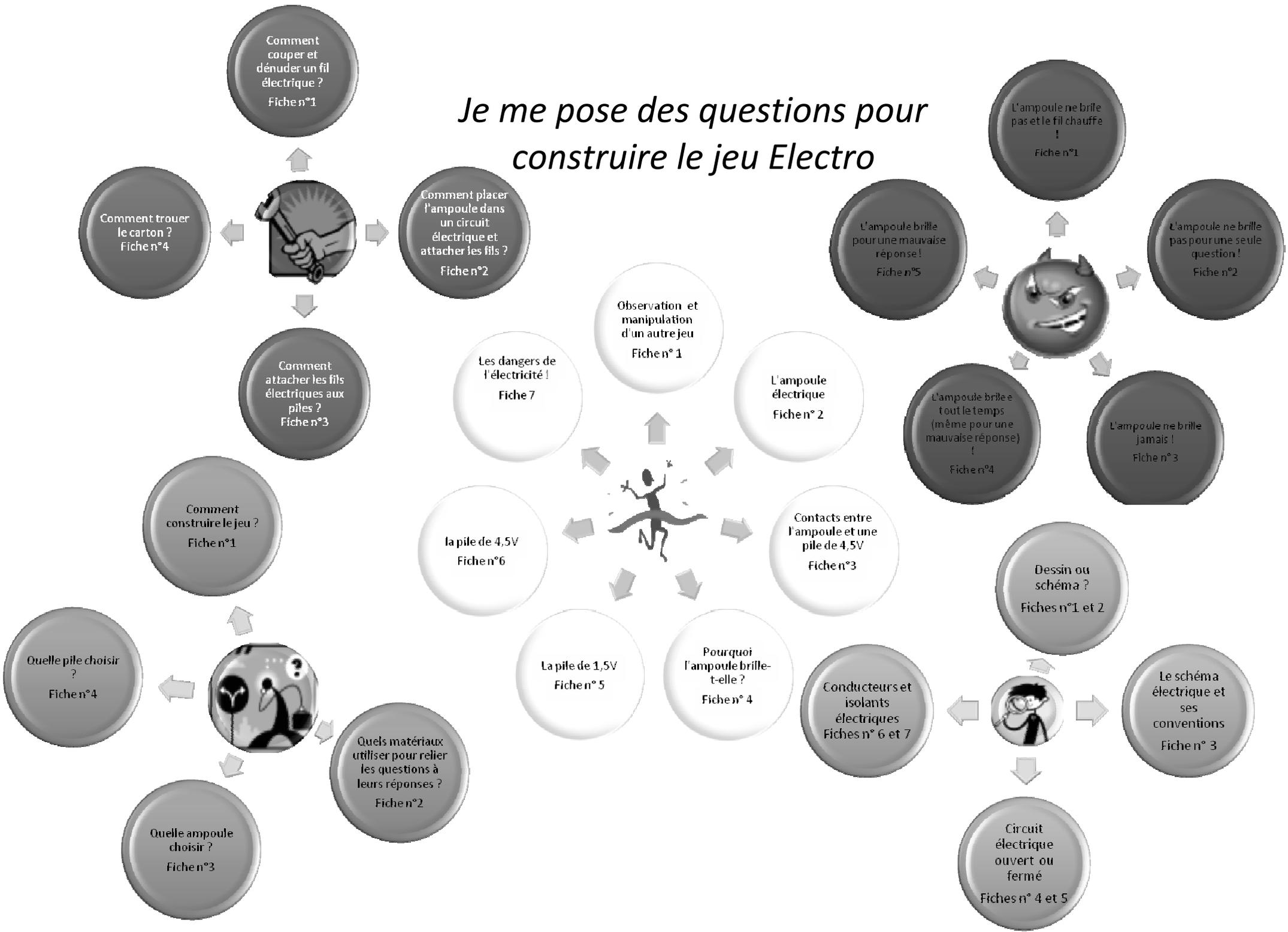
<sup>2</sup> Ce timing est bien évidemment donné à titre indicatif. Il est possible de consacrer davantage de temps à chacun de ces sujets ... mais nous connaissons tous les contraintes du programme ! Par contre, lui consacrer moins de temps ne permettrait pas d'en exploiter toute la richesse.

## ANNEXE 2 – Fiches autodiagnostiques

### Construction du jeu Electro

<p>Tu ne sais pas comment dénuder un fil, attacher une ampoule, tu as besoin d'un conseil pratique ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>		
<p>Tu ne sais pas comment organiser ton travail ou quels choix faire dans le matériel ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>		 <p><b>Nous attirons ton attention sur ces fiches.</b></p>
<p>Tu ne sais pas ce qu'est un schéma, un circuit électrique fermé, un isolant électrique ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>		 <p><b>Nous attirons ton attention sur ces fiches.</b></p>
<p>Tu veux corriger une panne ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>		
<p>Tu as fini ta construction et tu veux en savoir plus ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>		

# Je me pose des questions pour construire le jeu Electro



### Construction de la mini-éolienne

Tu ne sais pas comment dénuder un fil, attacher la LED, tu as besoin d'un conseil pratique ...	... consulte la marguerite repérée par le logo...		
Tu ne sais pas comment organiser ton travail ou quels choix faire dans le matériel, ...	... consulte la marguerite repérée par le logo...		 <b>Nous attirons ton attention sur ces fiches.</b>
Pour que tes connaissances soient complètes découvre les transformations d'énergie, ...	... consulte la marguerite repérée par le logo...		 <b>Nous attirons ton attention sur ces fiches</b>
Tu veux corriger une panne, ...	... consulte la marguerite repérée par le logo...		
Tu as fini ta construction et tu veux en savoir plus, ...	... consulte la marguerite repérée par le logo...		

# Je me pose des questions pour construire la mini éolienne

Annexe 2



## ANNEXE 3 - Dossier enseignant (Electricité)

### Sommaire

Introduction.....	1
1. Les compétences visées .....	1
1.2. Le défi .....	2
1.3. Les deux schémas individuels, le schéma de groupe et le schéma de synthèse ...	2
1.4. La fiche de diagnostic : « Je me pose des questions sur la construction du jeu»..	3
1.5. Les fiches d'aide .....	3
1.6. La mallette de matériel .....	4
1.7. Le timing .....	4
1. Quelques notions théoriques.....	5
2.1. La notion de circuit électrique .....	5
2.2. La matière.....	5
2.3. Conducteurs – isolants électriques .....	6
2.4. Le courant électrique .....	6
2.5. Sens réel – sens conventionnel du courant électrique .....	7
2.6. Circuit ouvert – circuit fermé .....	8
2.7. Les conventions .....	8
2.8. Intensité électrique .....	10
2.9. Tension électrique.....	10
2.10. La résistance électrique.....	11
2.11. Montage en parallèle et en série .....	11
2.12. Les dangers de l'électricité.....	12
2. Quelques préconceptions erronées.....	15
3. Quelques difficultés rencontrées par les élèves lors de la construction du jeu : .....	19
4. Les fiches de remédiation (intitulées fiches d'aide pour les élèves) .....	22
5.1. Les fiches <i>construction</i> .....	23
5.2. Les fiches <i>organisation et choix des paramètres</i> .....	23
5.3. Les fiches <i>concepts</i> .....	24
5.5. Les fiches <i>pour aller plus loin</i> .....	30
5. Synthèse - Le jeu « électro » .....	31
6.1. Faisons le point ! .....	31
6.2. Exemple de dessin du jeu : .....	33
6.3. Schémas électriques correspondants (en utilisant les conventions électriques de la fiche n°11) : .....	34
5.4. Nous avons appris que : .....	34
Bibliographie et sites Internet.....	35

## **Introduction**

La construction de ce jeu, considéré par certains comme un peu désuet, interpelle plus d'un élève et parfois même plus d'un adulte ! Même si parfois elle est réalisée dans l'enseignement primaire, elle semble assez vite oubliée par les élèves et mérite donc que l'on y revienne encore une fois. En effet, cette construction est intéressante à bien des points de vue : elle requiert certaines habilités manuelles, oblige le recours à la démarche scientifique et permet de découvrir des concepts nouveaux tels que le circuit électrique ouvert ou fermé, les conducteurs ou isolants électriques...

### **1. Les compétences visées**

Par le biais de la construction du jeu *électro*, les savoir-faire visés sont :

Compétences disciplinaires :

- L'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices susceptibles d'influencer la situation envisagée.
- Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme. Imaginer et construire un dispositif expérimental simple.
- Comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique.
- Schématiser une situation expérimentale.
- Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés.
- Valider des résultats de recherche.
- Elaborer un concept, un principe.

Compétences transversales :

- Démarches mentales : saisir, traiter, mémoriser, utiliser et communiquer l'information.
- Manières d'apprendre : réflexion sur la méthode de travail, planifier une activité, utiliser des outils de travail, des documents de référence.
- Attitudes relationnelles : se connaître, prendre confiance, connaître les autres et accepter les différences.

Par le biais de la construction du jeu électro, les savoirs visés sont :

L'énergie :

L'électricité :

- Le circuit électrique simple.
- Bons et mauvais conducteurs.

## 1.2. Le défi

Si certains élèves disent qu'il s'agit d'un jeu pour enfants, il est possible de leur répondre que oui, le jeu est prévu pour les enfants mais que sa construction et la compréhension de son fonctionnement est du ressort des plus grands !

Les *outils* mis à la disposition des élèves sont :

- un jeu *électro* acheté dans le commerce ;
- le lexique ;
- des fiches d'aide et la grille de diagnostic intitulée « *Je me pose des questions sur la construction du jeu* ».

Tous les outils ne sont pas nécessaires à tous les élèves, cependant ils sont présents pour aider les plus démunis.

## 1.3. Les deux schémas individuels, le schéma de groupe et le schéma de synthèse

La nécessité des schémas se justifie de deux manières :

- Dans la mesure du possible, il vaut mieux avoir les idées claires avant de commencer toute construction quelle qu'elle soit. Un architecte qui veut bâtir une maison, commence par dessiner un plan ! Ce schéma exige une certaine mise au point avant de démarrer le projet.
- La comparaison de ces schémas permettra aux élèves de prendre conscience de l'évolution de leurs connaissances personnelles.

Les élèves sont d'abord invités à faire un premier schéma individuel du jeu avant de le construire et de lister le matériel nécessaire à sa construction. Cette première étape leur permet de mettre sur papier leurs représentations dans le but de les confronter avec celles des autres élèves.

Ensuite, les élèves se regroupent (en moyenne trois élèves par groupe) afin de discuter, d'argumenter et de convenir d'un schéma commun et d'une liste de matériel.

Une fois le jeu construit, chaque élève réalisera à nouveau son schéma personnel. La comparaison des schémas individuels « avant » et « après » permet aux élèves de mesurer si une évolution de leurs représentations s'est amorcée. Si une progression est observée, l'élève pourra examiner dans quel sens ces changements se sont opérés tandis que si aucune évolution n'est constatée, il s'agira de comprendre pourquoi.



Les schémas sont les seules étapes imposées aux élèves. La réflexion est menée par chaque groupe, indépendamment de celle des autres.

#### 1.4. La fiche de diagnostic : « Je me pose des questions sur la construction du jeu »



La fiche de diagnostic permet aux élèves de s'inscrire les difficultés rencontrées au moment où elles apparaissent. Les élèves peuvent la consulter à tout moment.

Cette fiche est composée de différentes *marguerites* correspondant chacune à une difficulté précise. Ainsi, si la difficulté est de l'ordre de la construction pure du jeu, l'élève situe sa question dans la *marguerite* repérée par *la main tenant la clé anglaise*. Si la difficulté est de l'ordre du choix du matériel l'élève cherchera sa question dans la *marguerite* jaune marquée du *personnage qui se trouve devant un choix*. Si l'élève se pose des questions sur la schématisation, sa question se situe dans la *marguerite* verte repérée par *la main tenant la loupe*. Le jeu en voie de construction, ou complètement construit, peut présenter des pannes particulières. L'élève consulte alors la *marguerite* rouge ciblée par le *petit diable*. Finalement, un groupe qui aurait fini sa construction avant les autres peut découvrir un autre jeu (docteur maboul basé sur le même principe) ou approfondir certaines notions (le passage du courant électrique dans l'ampoule). Il travaille alors avec la *marguerite* au centre de laquelle se trouve le *personnage qui franchit la ligne d'arrivée*.

#### 1.5. Les fiches d'aide

Chaque fiche d'aide répondant à une difficulté ciblée possède le logo de la *marguerite* correspondante. Les fiches d'aide marquées par la *clé anglaise* donnent des conseils concrets, comme par exemple dénuder convenablement un fil électrique. Les fiches d'aide marquées par *personnage qui se trouve devant un choix* expliquent comment choisir entre les deux composants proposés. Un élève qui ne sait pas quelle convention choisir pour réaliser son schéma consultera une des fiches repérées par *la main tenant la loupe* ...

## 1.6. La mallette de matériel

-  Les éléments essentiels figurent dans la valise à savoir : une petite ampoule<sup>3</sup> à incandescence et son support, une pile rechargeable, une trentaine de centimètres de fil électrique avec sa gaine plastique (à dénuder).

Les outils sont regroupés sur la table centrale (sur laquelle se trouvent également les fiches d'aide et les dossiers). Il s'agit de pinces à dénuder et de tournevis.

De plus, avant cette séance, l'enseignant aura demandé aux élèves d'apporter : du papier collant, de la colle, des ciseaux, du papier aluminium, une ou plusieurs (réserve en cas de souci au niveau du montage) feuilles blanches afin de noter les questions-réponses, un carton format A4 (pas trop épais afin de pouvoir y passer les attaches parisiennes – ex : fond de bloc de feuilles) et une dizaine d'attaches parisiennes et si possible un chargeur de batteries.

Attention : l'enseignant doit penser à recharger les piles !

Le matériel à remplacer peut être acheté ou trouvé sans difficultés : les ampoules (magasin d'éclairage pour les ampoules de 1,35V) et piles (magasin de bricolage), le papier, colle et attaches parisiennes (grandes surfaces), les cartons peuvent être remplacés par des fonds de blocs de feuilles ou caisses d'emballage des blocs de feuilles pour imprimantes.

Si les élèves prennent des notes, il faut prévoir soit un cahier d'expériences, appelé aussi cahier, soit des feuilles de classeur.

## 1.7. Le timing

Suivant l'objectif visé et suivant les disponibilités, il est conseillé de prévoir environ quatre ou cinq périodes :

- 1<sup>e</sup> période : annonce du défi – premier schéma individuel — schéma commun
- 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> périodes : présentation des outils : la grille d'autodiagnostic, les fiches d'aide et du lexique et construction proprement dite
- 4<sup>e</sup> période : explication des conventions en électricité – deuxième schéma individuel
- 5<sup>e</sup> période : comparaison des deux schémas et synthèse

<sup>3</sup> Il est possible de compléter le matériel par une ampoule d'un voltage différent (ex : 3,5V que l'on trouve chez Brico) pour que les élèves prennent conscience de l'importance du choix de l'ampoule.

## 1. Quelques notions théoriques

Les quelques pages qui suivent ont comme objectif de reprendre, dans les grandes lignes les quelques notions théoriques abordées lors de la construction du jeu *électro*. Il est bien évident que ces quelques mises au point ne seront pas toutes nécessaires pour répondre aux questions de la plupart des élèves mais elles le sont, pour nous enseignants, afin de comprendre ce qui se passe à l'intérieur du circuit. Elles permettront peut-être aussi d'anticiper des questions plus « embarrassantes » posées par des élèves curieux. Enfin elles donnent également quelques conseils concrets pour la réalisation du circuit.

### 2.1. La notion de circuit électrique

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



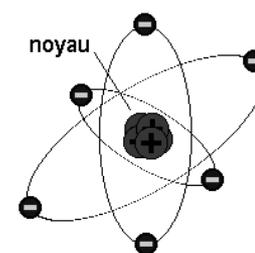
Le circuit électrique est constitué du générateur électrique (en général une pile), du ou des récepteur(s) (dans notre cas, l'ampoule électrique), des conducteurs (dans le cas du jeu : les fils électriques ou le papier aluminium, cela dépendra de la solution que choisira l'élève) et de l'interrupteur (ici en l'occurrence, la jonction, entre la question et la réponse).

Si l'ampoule brille, c'est parce que dans le circuit électrique circulent des petites particules : les électrons. Pour caractériser ces électrons, une brève incursion dans la matière est nécessaire.

### 2.2. La matière

Quand nous cassons un morceau de craie, nous obtenons des petits morceaux de craie. Plus nous cassons ces morceaux, plus ils deviennent petits. Si nous pouvons les casser encore d'avantage, nous obtenons des *molécules* et ensuite des *atomes*.

A l'intérieur de l'atome se trouve le cœur : le *noyau*. Le noyau de l'atome contient des petites particules chargées positivement : les *protons* et d'autres particules qui ne sont pas chargées électriquement : les *neutrons*. Le noyau porte donc une charge électrique positive. Il est petit et lourd, c'est là que se trouve l'essentiel de la masse de l'atome. Il se déplace donc difficilement.



⊖ électrons

⊕ protons

<http://energies2demain.com>

Autour de ce noyau se trouvent les électrons. Ces électrons, qui portent une charge électrique négative, sont légers (environ deux mille fois plus légers que les protons). En général, ils sont plus mobiles que les noyaux et peuvent parfois circuler presque librement dans le matériau.

### 2.3. Conducteurs – isolants électriques

Les matériaux *conducteurs* sont faits de matière constituée d'atomes dans lesquels une partie des électrons peut être mise en mouvement facilement (on parle alors d'« électrons libres »). Les métaux (le fer, le cuivre, l'aluminium, l'or...) sont de bons conducteurs électriques. L'eau (non distillée) est aussi, malheureusement, un relativement bon conducteur électrique. Nous disons malheureusement car nous pensons aux risques d'électrocution.

La matière qui constitue les *isolants*<sup>4</sup> contient des d'atomes dans lesquels les électrons restent liés à « leur » noyau. Tous les plastiques, les caoutchoucs, le verre ou encore le bois sont de bons isolants.

Ainsi dans l'ampoule électrique<sup>5</sup>, le filament, le support du filament, le culot ou vis en laiton et le plot sont conducteurs. L'ampoule de verre, la perle de verre et l'isolant sont ... isolants.

### 2.4. Le courant électrique

Si l'énergie (fournie par une pile par exemple) est suffisante et si le circuit est fermé, les électrons libres peuvent se déplacer de manière ordonnée : chaque électron repousse l'électron qui est juste à côté de lui (car de même charge électrique). Ce dernier va, à son tour, repousser son voisin et ainsi, de proche en proche, les électrons vont se mettre en mouvement : c'est le *courant électrique*. Ce phénomène est un peu identique à une locomotive qui pousserait le wagon qui la précède, ce wagon pousserait à son tour le wagon qui le précède qui lui-même...

<sup>4</sup> Le mot *isolant* vient du latin *insula* qui veut dire « île » d'où la notion d'isolement.

<sup>5</sup> Voir le schéma de l'ampoule dans l'annexe n°1

## 2.5. Sens réel – sens conventionnel du courant électrique

Il est important de remarquer que le sens représenté sur tous les schémas est le sens contraire au sens réel de déplacement des électrons dans le circuit.

### *Le sens conventionnel*

L'analogie hydraulique est employée par les scientifiques pour expliquer la circulation du courant électrique. Dans cette analogie, le courant électrique est comparé à l'écoulement de l'eau de la rivière.

Dans la nature la rivière s'écoule du niveau « haut » vers le niveau « bas ». Il a donc été assez logique à l'époque de continuer l'analogie : le niveau haut de la rivière correspond à la borne positive de la pile et le niveau bas de la rivière correspond à la borne négative de la pile.

Donc dans ce type de raisonnement les scientifiques en étaient arrivés à penser que le courant circule de la borne positive à la borne négative à l'extérieur de la pile.

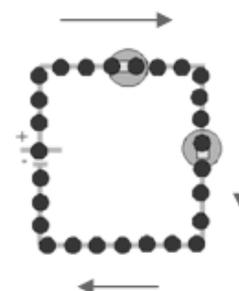
### *Le sens réel*

La plus grande borne d'une pile de 4,5V (ou le dessous d'une pile crayon) présente un excès d'électrons. On l'appelle d'ailleurs la borne négative (-).

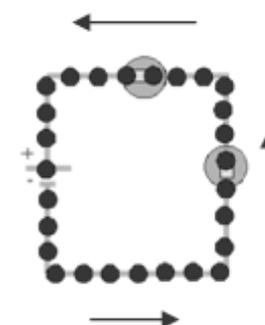
La plus petite borne d'une pile de 4,5V (ou le dessus d'une pile crayon – partie qui présente un relief) présente moins d'électrons. On l'appelle la borne positive (+).

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

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.



<http://images.google.be>

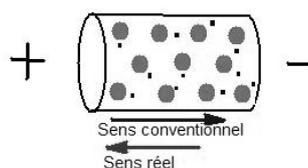


<http://images.google.be>

Le sens conventionnel choisi historiquement pour dessiner le trajet des électrons est donc contraire au sens réel !

*Et maintenant ?*

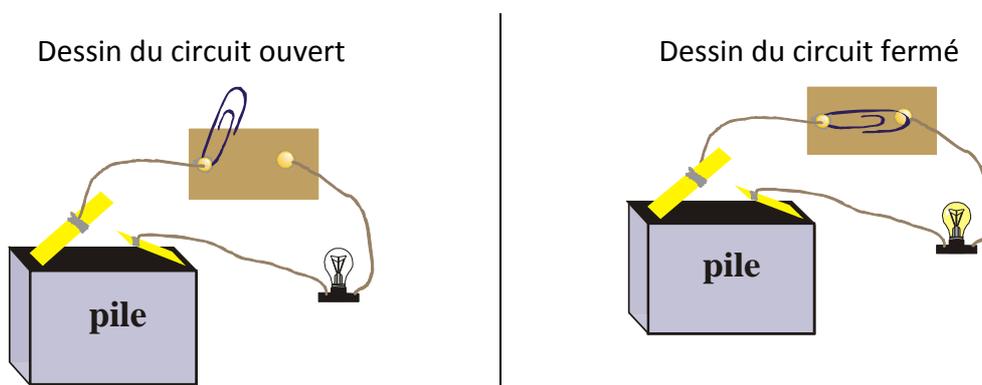
A l'heure actuelle on sait que le courant est constitué d'électrons qui circulent de la borne négative vers la borne positive. Néanmoins, sur un dessin ou un schéma, on dessinera le sens retenu historiquement comme conventionnel à savoir opposé au sens réel : la convention comptabilise le débit de charges positives.



[http://exam2ham.free.fr/donnees/images/sens\\_courant.jpg](http://exam2ham.free.fr/donnees/images/sens_courant.jpg)

## 2.6. Circuit ouvert – circuit fermé

Un des circuits les plus simples, mis à part le circuit ne contenant que la pile et l'ampoule, est le circuit dessiné ci-dessous. Suivant la position de l'interrupteur (ici le trombone qui fermera ou ouvrira le circuit en basculant sur la tête d'une attache parisienne fixée sur un morceau de carton), le circuit est soit ouvert, soit fermé. Dans le cas où le circuit est ouvert, les électrons ne peuvent pas circuler. Le courant ne peut passer, l'ampoule reste éteinte. Lorsque le circuit est fermé et que les différents éléments (ampoule, pile et contacts) sont en bon état, le courant passe et l'ampoule brille.



## 2.7. Les conventions

La distinction entre le dessin et le schéma est importante. Le dessin est personnel : il est possible qu'un même objet, dessiné par deux personnes différentes, corresponde à deux

dessins différents. Une phase d'uniformisation des symboles est donc nécessaire. Ainsi, chaque dessin peut être compris de tous.

En sciences et plus particulièrement en électricité, des symboles conventionnels ont été choisis. En voici quelques exemples :

Le nom	Le dessin	Le symbole conventionnel
La pile (générateur)	 ou	
L'ampoule électrique		
Les fils conducteurs		
L'interrupteur ouvert		
L'interrupteur fermé		

Avec ces conventions, les deux dessins ci-dessus deviennent les schémas suivants :

Schéma du circuit électrique ouvert

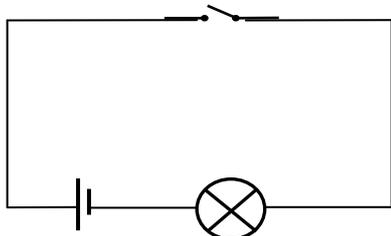
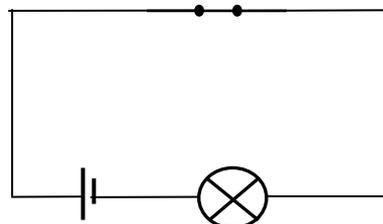


Schéma du circuit électrique fermé



## 2.8. Intensité électrique

L'intensité du courant est la quantité de charge positive qui passe à un endroit donné pendant un temps considéré ; ce qui revient à compter le nombre d'électrons qui passent à cet endroit. Il s'agit du débit d'électrons qui circulent dans le circuit.

Dans le SI (Système International), l'unité d'intensité électrique est l'Ampère - noté A (du nom du mathématicien et physicien français qui inventa le premier télégraphe électrique – voir annexe). Par exemple certains fusibles dans la maison permettent le passage de 10A.

L'appareil qui mesure l'intensité électrique est l'ampèremètre (Ampère-mètre = qui mesure les Ampères). Puisque l'ampèremètre « compte » les électrons qui passent à un endroit donné, il doit être placé dans le circuit afin qu'il soit traversé par le courant électrique.

Il est possible de faire l'analogie suivante avec les élèves, les électrons peuvent être comparés aux voitures qui tournent sur un circuit automobile fermé. L'ampèremètre correspond alors, dans cette analogie, à une personne qui, postée à un endroit du circuit et munie d'un chronomètre, compte le nombre de voitures qui passent pendant un certain temps.

## 2.9. Tension électrique

La tension électrique d'un générateur est l'énergie que peut fournir ce générateur à chaque électron pour circuler dans le circuit.

L'unité de tension dans le SI est le Volt (noté V), en mémoire au physicien italien Volta (voir annexe), qui inventa la première pile électrique. Ainsi, placée dans un même circuit, une pile de 4,5V fournira d'avantage d'énergie à chaque électron qu'une pile de 1,5V.

L'appareil qui mesure la tension est un voltmètre (Volt-mètre = qui mesure les Volts). Le Voltmètre doit perturber le moins possible le circuit électrique, il n'est donc pas placé directement dans le circuit mais est placé en parallèle.

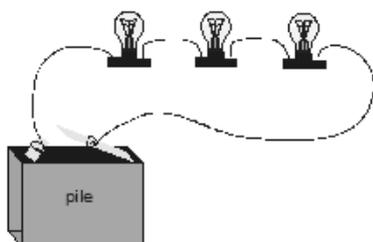
## 2.10. La résistance électrique

La résistance électrique d'un matériau est sa capacité à s'opposer au passage du courant électrique.

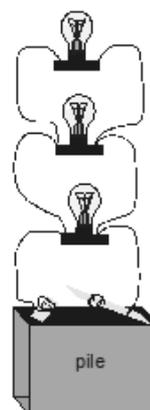
Dans le Système International, la résistance se mesure en Ohm (symbole  $\Omega$ ). Elle est presque nulle pour les supraconducteurs, petite pour les conducteurs (un fil de cuivre de 100m de long et de  $1\text{mm}^2$  de section présente une résistance de  $1,7\Omega$ ), et plus grande pour les isolants électriques (un morceau de verre de 100m de long et de  $1\text{mm}^2$  de section présente une résistance de  $10^{13}\Omega$ ).

## 2.11. Montage en parallèle et en série

Montage en série



Montage en parallèle



Chaque montage a ses avantages et ses inconvénients :

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si une ampoule est défectueuse, les autres ne fonctionnent plus (le circuit est ouvert).</li> <li>• Ce câblage est moins coûteux.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si une ampoule est défectueuse, les autres fonctionnent encore (seule la branche dans laquelle l'ampoule est défectueuse est ouverte, les autres sont fermées).</li> <li>• Ce câblage est plus coûteux.</li> </ul> |
|---|---|

Les appareils électriques dans une maison, sont branchés en parallèle : il ne faut heureusement pas brancher le fer-à-repasser, le lave-vaisselle, l'ordinateur... pour faire fonctionner le grille-pain ! Les lampes d'autoroutes sont aussi branchées en parallèle et les tronçons sont eux-mêmes placés en parallèle les uns avec les autres. Les montages en série sont en voie de disparition, restent encore quelques vieilles guirlandes de sapin de Noël !

## 2.12. Les dangers de l'électricité

Les dangers liés à l'utilisation d'appareils électriques sont bien réels ! Ces dangers sont les différents stades de l'électrocution pour le corps humain et l'incendie pour la maison.

### *L'électrocution*

Le corps humain est un bon conducteur d'électricité. Voici quelques chiffres reprenant les différents effets en fonction des caractéristiques d'un courant alternatif qui traverse le corps :

Courant électrique	Seuil
0,5 mA	Seuil de perception – sensation très faible
10 mA	Seuil de téτανisation
30 mA	Tétanisation des muscles respiratoires
75 mA	Seuil de fibrillation cardiaque
100 mA	Seuil de brûlure
1 A	Arrêt du cœur

La résistance électrique du corps humain est de l'ordre de  $10^5 \Omega$ . Elle varie en fonction de la surface de contact, de l'épaisseur de la peau, de l'humidité.

Pour éviter ces dangers, plusieurs dispositifs existent dans la maison :

- Le fusible



Le principe du fusible est le suivant : lorsqu'un courant traverse un fil conducteur, ce dernier chauffe (à cause des frottements dus aux déplacements des électrons). Pour un même conducteur, plus le courant est important, plus l'échauffement est important. Si l'on veut limiter cet échauffement il faut insérer dans le circuit, un interrupteur qui ouvrira le circuit en cas de surchauffe. Le fusible joue ce rôle.

Le fusible est un fil très fin qui est calibré suivant l'ampérage maximum autorisé. Ainsi un fusible de 30mA, laisse passer tout courant électrique inférieur à 30mA et fond pour un courant électrique égal ou supérieur à 30mA, ouvrant ainsi le circuit et protégeant l'installation de tout risque d'incendie.

- Le disjoncteur



Une fois cassé, le fusible doit être remplacé. Les disjoncteurs évitent ce désagrément tout en remplissant la même fonction que les fusibles. Une fois le problème diagnostiqué et réparé, il suffit réenclencher le disjoncteur et le circuit est à nouveau fermé.

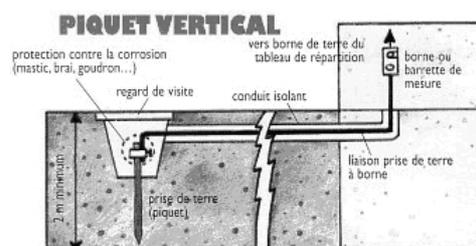
- Le tableau électrique



Fusibles et disjoncteurs sont groupés dans le tableau électrique de la maison. Celui-ci se trouve généralement dans le garage, la cave ou le hall d'entrée de la maison.

- La prise de terre

La prise de terre est un fil conducteur qui a pour but de relier les masses métalliques des différents appareils électriques à la terre. De telle sorte, si la carcasse de ces appareils est accidentellement mise sous tension, le courant électrique sera directement évacué par le sol et non par la personne qui touche l'appareil. Souvent la mise à la terre est couplée au



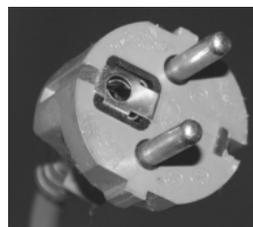
[www.cdpros.fr/Images/](http://www.cdpros.fr/Images/)

tableau des disjoncteurs de manière à couper en même temps l'arrivée de courant électrique.

La prise de terre est visible sur la prise électrique femelle (petite tige métallique) et mâle (trou)



Prise électrique femelle



Prise électrique mâle

Quelques règles de sécurité :

- Pour tous :
  - Ne JAMAIS tenir un appareil électrique branché en ayant les mains ou les pieds mouillés !
  - Ne JAMAIS toucher un appareil électrique lorsque l'on est dans le bain !
  - Ne JAMAIS démonter un appareil électroménager sans l'avoir préalablement débranché !
  - Ne JAMAIS toucher l'intérieur d'une prise de courant !
  - Ne pas surcharger les prises électriques.
- Moins fréquemment :
  - Ne pas jouer avec un cerf-volant près d'une ligne à haute tension.
  - Ne pas toucher une ligne à haute tension tombée par terre.
- Pour les adultes :
  - Faire poser un (ou des) disjoncteur(s) différentiel(s) approprié(s) sur l'installation électrique de la maison.
  - Choisir des prises à éclipses (dans ce genre de prises, il faut enfoncer la fiche dans les deux trous en même temps).
  - Débrancher les appareils électriques non utilisés.
- Que faire en cas d'accident ?
  1. Ne pas se précipiter sur l'accidenté ;

2. Couper le courant au disjoncteur ou éloigner l'électrocuté de la source électrique avec un objet non conducteur (bois très sec, plastique) en s'isolant soi-même pour ne pas courir le risque de l'électrocution en chaîne ;
3. Appeler les secours (SAMU ou pompiers) ;
4. Commencer les gestes de réanimation (bouche à bouche, massage cardiaque externe...) si nécessaire (si l'accidenté éprouve des difficultés ou ne respire plus).

## **2. Quelques préconceptions erronées**

Nous avons tous et toutes nos préconceptions, correctes ou fausses, sur différents sujets. Nous avons repris ici quelques-unes des préconceptions fausses le plus couramment rencontrées dans le domaine de l'électricité. Nous pensons qu'il est important que l'enseignant les connaisse et sache qu'elles peuvent être présentes dans l'esprit de certains de leurs élèves : savoir qu'un problème peut se poser permet de l'anticiper.

### ***A. Le générateur est souvent vu comme un réservoir, une fabrique de charges***

Les élèves pensent que la pile est une fabrique à électrons. Cette préconception va influencer grandement toute la suite de l'apprentissage.

En réalité les électrons sont toujours présents dans la matière, que ce soit dans les fils conducteurs, dans le filament de l'ampoule électrique ou dans le bois, le verre, l'eau ... Nous avons vu que dans certains matériaux (les conducteurs) ces électrons peuvent se déplacer si on leur en donne l'occasion. Lorsque le circuit est fermé la pile va fournir de l'énergie, et les électrons pourront circuler dans le circuit. Cette énergie est en réalité fournie sous la forme d'un excès d'électrons sur l'une de ses bornes (la borne négative). Puisque des charges de même signe se repoussent, l'apparition de cet excès d'électrons à la borne négative de la pile va provoquer une mise en mouvement des électrons situés dans le circuit. Lorsque la pile est usée, la réaction chimique n'est plus suffisante, le courant qui parcourt le circuit est trop faible pour faire briller la lampe. La pile est donc une source d'énergie et non pas une source d'électrons !

### ***B. Le courant se propage très vite dans le circuit, la preuve : j'allume et la lampe brille instantanément***

Même si la nuance suivante est difficile à comprendre pour les élèves, il est important que l'enseignant, lui, perçoive bien la différence entre la vitesse de déplacement des électrons et la vitesse de transmission de l'information.

La vitesse de transmission de l'information :

- Prenons un exemple, dans une file de voitures à l'arrêt lorsque le feu passe au vert, la première voiture démarre. La seconde voiture démarre environ 1 seconde après démarre et ainsi de suite. Si l'on considère que la longueur d'une voiture fait à peu près 4m, on peut donc dire que la vitesse de l'information est de 4m/s.
- Les électrons étant très nombreux dans la matière, le fil est plein d'électrons, l'information se propage donc très vite. La vitesse avec laquelle se propage l'information dans le cas d'un courant électrique est de l'ordre de celle de la vitesse de la lumière : 273 000 km/s pour le cuivre ! Si l'on considère qu'il y a 10m entre l'interrupteur et l'ampoule il faut seulement  $4 \cdot 10^{-8}$ s (4 centièmes de milliardième de seconde) pour que l'ampoule brille !

La vitesse de déplacement des électrons dans le circuit :

Même en l'absence de courant, les électrons libres sont loin d'être statiques : ils se déplacent dans tous les sens (agitation thermique isotrope), très rapidement (à une vitesse qui est de l'ordre de 100 km/s à température ambiante). Lorsqu'un courant traverse un conducteur, l'isotropie de l'agitation thermique est rompue et un très léger déséquilibre apparaît, au sens où le nombre d'électrons qui se déplacent dans le sens du courant excède très légèrement le nombre de ceux qui vont en sens inverse – on pourrait même utiliser le terme « infime » à propos du déséquilibre, puisque pour un courant de 1 A dans un conducteur « standard » en cuivre (du type de ceux utilisés dans les circuits électriques domestiques), l'excès ne représente qu'un électron sur 10 milliards. Si on traduit cet excès en vitesse moyenne d'ensemble, on aboutit à une vitesse dite de dérive elle-même très faible, de l'ordre de 0,03 mm/s, soit environ 10 cm/h.

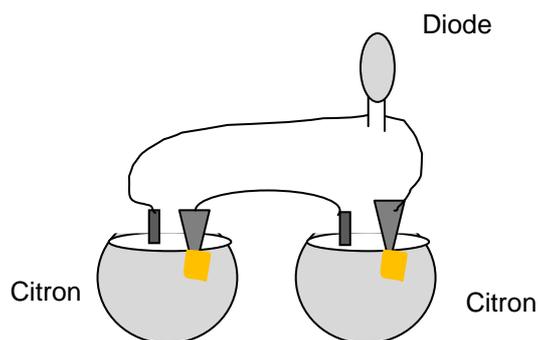
En conclusion, entre le moment où l'on ferme l'interrupteur et le moment où la lampe brille ce ne sont pas les électrons qui sont près l'interrupteur qui ont parcouru les 10m de câble et qui sont responsables de l'échauffement du filament. Ce sont les électrons qui sont dans le filament qui sont responsables de l'éclairement. Un peu comme quand vous ouvrez le robinet raccordé au tuyau d'arrosage, si celui-ci est plein d'eau, celle-ci jaillit immédiatement. Ce n'est pas l'eau qui est au niveau du robinet qui sort instantanément mais celle qui était proche de la sortie.

*C. Pour un générateur donné, le courant qui en sort est toujours le même, quels que soient les composants du circuit*

Cette préconception fautive est plus difficile à rectifier. On peut néanmoins le faire en comparant le circuit électrique à un circuit hydraulique, et la tension électrique à la pression à l'entrée du circuit. Le débit d'eau dépend du tuyau : plus le tuyau est long et étroit et plus le débit est petit. Comme le débit d'eau dépend de la tuyauterie, le courant électrique dépend des composants présents dans le circuit et sera donc différent d'un cas à un autre.

*D. Des « objets » utilisés quotidiennement, comme le citron, sans relation directe avec l'électricité ne se verront pas attribuer de propriétés physiques (conductivité)*

Pour pallier à cette éventuelle difficulté, il est possible de proposer aux élèves de construire une pile avec deux citrons, deux électrodes de cuivre, deux électrodes de zinc et une petite ampoule du style diode LED :



Lorsque le circuit est fermé, la LED brille, preuve du passage d'un courant électrique et que donc les citrons jouent le même rôle qu'une pile.

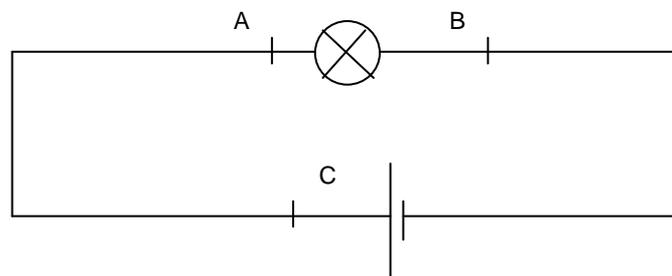
*E. L'intensité de courant électrique est plus petite après passage dans un élément du circuit qu'avant cet élément (modèle d'usure)*

La faute au vocabulaire familier ? Ne dit-on pas qu'une lampe consomme du courant ?

Cette préconception fautive peut-être mise à mal en faisant référence au fait que le courant électrique est constitué par des électrons, toujours présents dans le circuit et qui s'y déplacent sans jamais en sortir (un peu comme les voitures du circuit automobile).

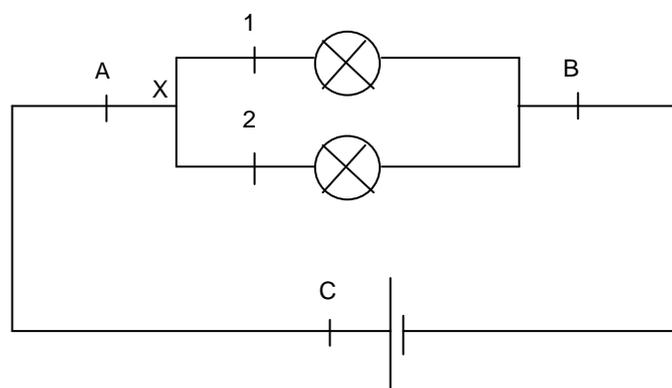
Comme nous l'avons vu plus haut, l'intensité du courant correspond au nombre d'électrons qui circulent pendant le temps considéré. S'il n'y a pas de « fuite » dans le circuit, tous les électrons qui passent en point A passeront obligatoirement par le point B ou le point C. Le

débit est le même tout le long du circuit. On note cela par exemple de la manière suivante :  $I_A = I_B = I_C$  (I pour Intensité électrique)



Il est possible de faire une analogie avec un circuit automobile : si toutes les sorties ou entrées du circuit sont bloquées, toutes les voitures qui tournent, restent dans le circuit. Aucune nouvelle voiture ne monte sur le circuit, aucune voiture n'en sort. Si on compte plusieurs fois les voitures, on obtiendra à chaque fois le même résultat et cela quel que soit l'endroit de comptage. Pour les électrons c'est la même chose : si le circuit est fermé, le même nombre d'électrons se déplacent. L'intensité du courant électrique est donc la même, quel que soit l'endroit où on place l'ampèremètre. On peut d'ailleurs le vérifier expérimentalement.

Il faut cependant remarquer que dans le circuit ci-dessous, l'intensité du courant, bien que toujours constante en A, B et C, sera différente en 1 et 2.



A l'endroit (noté X) où le circuit se scinde en deux, le courant électrique se scinde lui aussi en deux (pas forcément en deux parts égales – cela ne sera le cas uniquement si les deux lampes qui se trouvent dans chaque branche du circuit sont identiques) de telle manière que l'intensité de courant avant la bifurcation soit égale à la somme des intensités des courants dans les deux branches et égale à l'intensité de courant après la bifurcation :  $I_A = I_1 + I_2 = I_B = I_C$

### *F. Le modèle unifilaire*

Souvent les élèves pensent qu'un seul fil électrique est suffisant entre le récepteur (l'ampoule par exemple) et le générateur (la prise de courant). Cela s'explique naturellement par le fait qu'extérieurement les deux fils sont enrobés dans la même gaine plastique.

Il suffit de donner aux élèves un seul fil de raccordement, une pile et une ampoule pour que ceux-ci se rendent compte que cela ne suffit pas.

### *G. L'interrupteur doit se trouver avant l'ampoule, sinon il ne sert à rien*

Cette conception provient du fait que les élèves pensent que le courant électrique est *arrêté* par l'interrupteur.

### *H. Le courant va toujours du générateur vers l'ampoule – modèle des courants antagonistes*

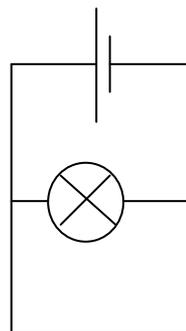
Lorsque les élèves admettent qu'il faut deux fils pour alimenter la lampe, il faut bien s'assurer qu'ils ne pensent pas que les courants sont antagonistes. Cette conception provient de la bipolarité de la pile et que donc puisque la pile est la fabrique d'électrons, ceux-ci sortent des deux bornes pour circuler dans le circuit.

## **3. Quelques difficultés rencontrées par les élèves lors de la construction du jeu :**

Il est intéressant de connaître certaines difficultés d'ordre conceptuel ou manuel que peuvent rencontrer certains élèves de manière à pouvoir les anticiper.

1. Une élève qui plaçait dans son circuit un trombone, une attache parisienne, du papier aluminium (les uns à la suite des autres) nous a dit qu'elle faisait cela « pour que l'ampoule brille mieux ». Il semble donc que pour cette élève, le fait de rajouter des éléments dans le circuit soit un gage de meilleure réussite ! L'idéal est de lui proposer de rajouter suffisamment de trombones pour qu'elle constate que, plus elle ajoute de maillons à la chaîne, moins l'ampoule brille.
2. Les élèves font souvent des courts-circuits quand ils construisent leur premier circuit électrique (pile, ampoule avec son support et fils conducteurs).

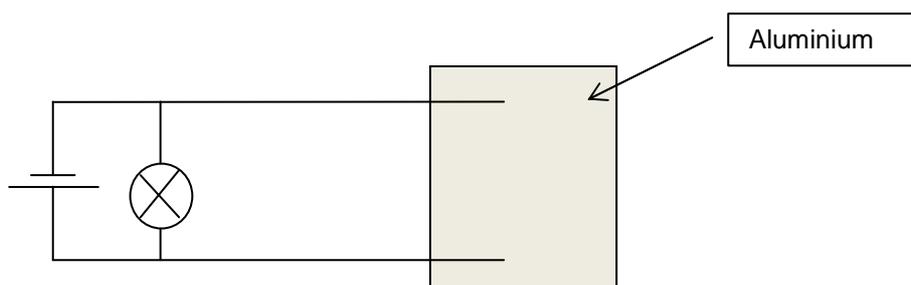
Ainsi un montage construit à plusieurs reprises est le suivant :



Le fil noir chauffe, les élèves le sentent dans les doigts, ils le lâchent même, mais ne remettent pas leur circuit en cause pour autant. La réponse qui nous semble la plus appropriée est de les faire réfléchir sur les risques d'incendie et de leur demander de trouver une autre façon, plus sécurisée, de connecter l'ampoule. Il est possible pour cela de les renvoyer à la fiche n°23.

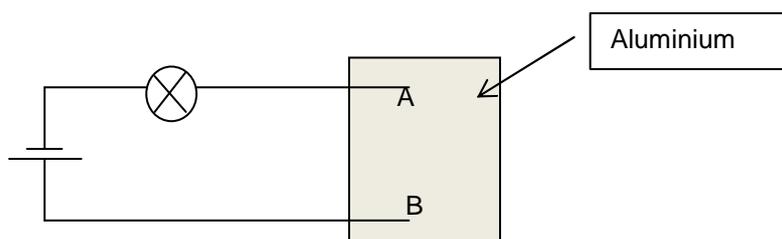
3. D'autres élèves, trouvant deux ampoules différentes dans la valise, veulent les intégrer toutes les deux lors de la construction du jeu. L'ampoule qui brille le mieux sera celle qui annonce la bonne réponse, l'ampoule qui brille moins indiquera la mauvaise réponse ! Pourquoi pas, mais cela va considérablement compliquer le travail de construction des élèves !
4. Il est important d'insister sur l'importance de la nature de l'objet et non sur l'objet lui-même. Ainsi, dans la fiche n°3 nous attirons l'attention sur la nature du trombone : le résultat sera différent avec un trombone en plastique ou un trombone métallique.
5. Certains élèves peuvent dénuder le fil électrique complètement. Quelques questions les remettent vite sur la voie : pourquoi y a-t-il cette gaine en plastique ? Est-ce pratique ? « Une fois dénudés tous les brins de cuivre se séparent, est-ce pratique ? ». La fiche n°1 explique comment dénuder un fil électrique.
6. Quand le principe du jeu commence à germer dans les têtes, les groupes utilisent le papier aluminium comme conducteur entre la question et la réponse.

Certains élèves recouvrent de papier aluminium toute la surface de leur support (le carton). Ainsi, lorsqu'ils mettent en contact leur circuit (ampoule et pile) avec l'aluminium, l'ampoule s'éteint ! Deuxième court-circuit !



Il y a donc pour ces élèves deux problèmes<sup>6</sup> à résoudre :

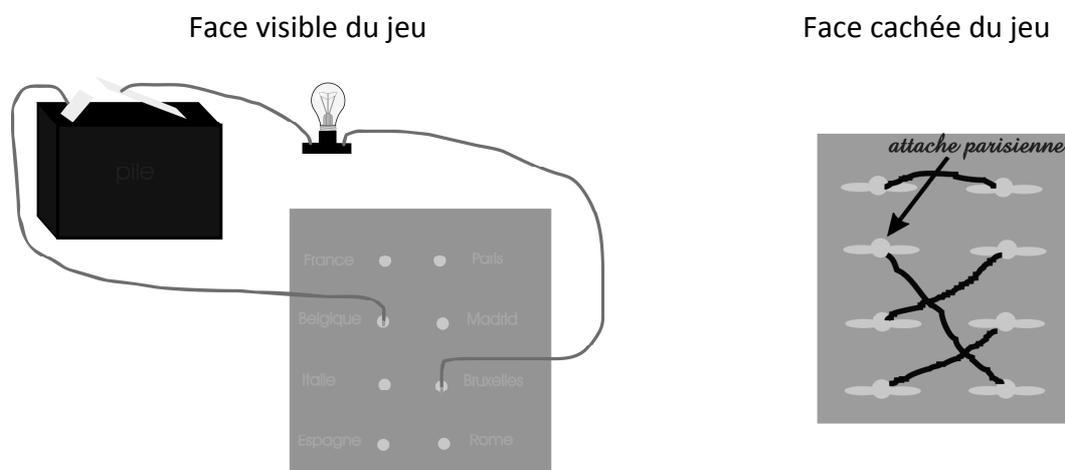
- le court-circuit (l'ampoule est mal placée). Une fois le problème du court-circuit résolu, le circuit devient :



- il reste alors à résoudre le problème du recouvrement complet du carton. Les élèves constatent que si A est mis à l'emplacement correspondant à une question, quel que soit l'endroit de B, l'ampoule s'allume. Ils comprennent donc facilement que pour une question choisie, toutes les réponses, mêmes les fausses, permettront à l'ampoule de briller. Très vite l'idée de couper des bandelettes d'aluminium apparaît dans l'esprit des élèves. Ensuite, pour les élèves qui testent au fur et à mesure, l'importance d'isoler chaque bandelette de la précédente devient évidente.

<sup>6</sup> Ces deux difficultés ont inspiré deux fiches d'aide pour corriger les pannes correspondantes.

Les élèves qui travaillent avec du fil électrique ne rencontrent pas cette difficulté et leur montage ressemble au montage suivant :



#### 4. Les fiches de remédiation (intitulées fiches d'aide pour les élèves)

Comme nous l'avons déjà dit dans l'introduction, ces fiches sont classées en fonction de cinq logos différents, chaque logo correspondant à un objectif différent :

Logo	N° des fiches	Objectif de ces fiches : aider les élèves ...
	1 à 4	... à résoudre certains problèmes spécifiquement manuels
	1 à 4	... à organiser le travail et tester les différents paramètres (ampoules, piles, raccordements en aluminium ou au moyen des fils conducteurs du commerce, ...)
	1 à 7	... à découvrir certains concepts : dessin – schéma et de circuit électrique ouvert ou fermé ...
	1 à 5	... à résoudre certaines pannes.
	1 à 7	Donner aux élèves qui ont fini la construction l'opportunité de pousser la compréhension un peu plus loin.

Comme nous vous l'avons annoncé dans l'introduction générale, certaines fiches sont très importantes : les fiches avec le logo  et les fiches 3, 4, 5,6 et 7 avec le logo . Elles sont détaillées ci-dessous.

### 5.1. Les fiches *construction*



Nous ne nous attardons pas sur ces fiches donnant des conseils pragmatiques, elles ne posent en général aucun problème aux élèves. Nous nous contentons donc ici de les présenter.

- La fiche n°1 explique comment couper et dénuder un fil électrique.
- La fiche n°2 montre comment relier l'ampoule électrique au restant du circuit électrique.
- La fiche n°3 montre comment attacher les fils électriques aux bornes des piles électriques.
- La fiche n°4 suggère quelques outils à utiliser pour trouser la feuille de questions-réponses.

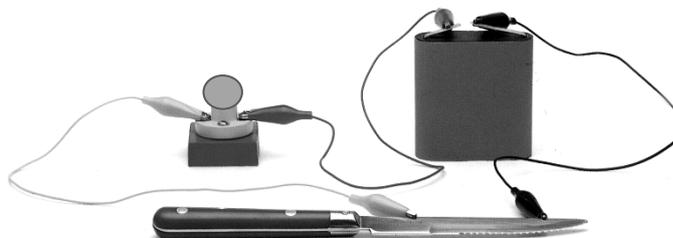
### 5.2. Les fiches *organisation et choix des paramètres*



 Ces fiches sont importantes car elles posent les questions essentielles, celles de la démarche expérimentale : identification des différents paramètres et peut-être aussi leur variation. Cette démarche n'est pas évidente pour les élèves qui ont tendance à travailler par tâtonnements ou à l'intuition. Pour l'enseignant il sera important, lors de la mise en commun finale, de s'assurer que les élèves ont bien compris la raison du choix de tel ou tel élément et de son utilité. La construction finale n'étant pas une fin en soi, les différentes phases de découverte sont nécessaires pour amener, de manière non explicite les notions de conducteurs et isolants électriques et de circuit électrique ouvert ou fermé. Il est donc important de prendre le temps nécessaire pour mettre clairement ces notions en place lors du débriefing final.

La fiche n°1 suggère quelques pistes pour organiser le travail et quelques choix stratégiques ! L'élève qui consulte cette fiche ne sait pas comment démarrer la construction du jeu, il lui est donc proposé d'observer un jeu acheté dans le commerce, de jouer avec et d'essayer de comprendre son fonctionnement. L'idéal est d'avoir deux jeux : un jeu neuf non démonté et un jeu démonté de manière à pouvoir débloquer les derniers obstacles concernant son fonctionnement.

La fiche n°2 est importante, elle fait partie des fiches qui pourraient passer inaperçues car elle n'est pas nécessaire pour la construction du jeu. Cependant elle introduit, pour la première fois, les notions de conducteurs et isolants électriques. Nous conseillons donc d'attirer l'attention de l'élève sur cette fiche. L'expérience est très simple, elle consiste à intercaler différents matériaux dans un circuit tel quel celui présenté ci-dessous et de constater si l'ampoule brille ou reste éteinte :



Les fiches n°3 et 4 demandent à l'élève de choisir

- une ampoule : une observation attentive, éventuellement avec une loupe, des pas-de-vis de différentes ampoules donne les tensions maximales correspondantes ;
- une pile : comparaison des tensions, commodité de fixation...

### 5.3. Les fiches *concepts*



⚠ Toutes les fiches concepts sont essentielles mais, comme elles ne sont pas nécessaires à la construction proprement dite, elles peuvent, malheureusement, être complètement ignorées par les élèves. Il est donc important que l'enseignant insiste sur leur importance auprès des élèves et les invite fortement à les exploiter.

Les trois premières fiches permettent de distinguer un dessin d'un schéma (ou plan). Les deux fiches suivantes (4 et 5) différencient le circuit ouvert du circuit fermé alors que les fiches 6 et 7 associent ces deux notions à celles de conducteurs et isolants électriques.

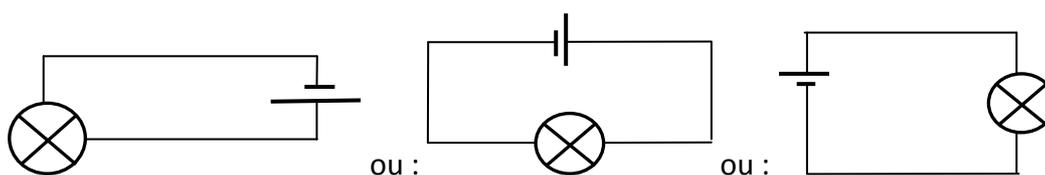
Les fiches n°1 et 2 permettent à l'élève de faire la différence entre dessin et schéma. Cette distinction n'a jamais été faite dans l'enseignement primaire et les enfants ne consulteront pas spontanément ces fiches car elles ne sont pas nécessaires à la construction proprement dite. Il faut donc demander aux élèves de les consulter et de réaliser les exercices qui y sont proposés. Dans le cas contraire, la schématisation sera tout à fait oubliée par les élèves, alors que cette notion fait partie des objectifs à atteindre. Nous proposons donc deux exemples de la vie quotidienne sans lien avec les sciences : la fille et la salle de bain.

La fiche 3 est également importante si l'on souhaite que l'élève maîtrise la notion de schéma. Cette fiche présente trois conventions en électricité : l'une pour représenter l'ampoule, l'autre la pile et enfin le symbole des conducteurs électriques.

Le schéma électrique attendu est le suivant :



D'autres schémas corrects peuvent aussi représenter le circuit de départ :



Les fiches n° 4 et 5 sont importantes également : elles permettent aux élèves de prendre conscience de la différence entre circuit ouvert et circuit fermé dans la réalité et d'en réaliser les schémas correspondants.

Les deux schémas attendus sont :

Circuit	Ampoule	Schéma
Ouvert	Reste éteinte	
Fermé	Brille	

Les fiches n° 6 et 7 sont primordiales : elles permettent aux élèves de prendre conscience de la différence entre circuit ouvert et circuit fermé dans la réalité et d'en réaliser les schémas correspondants.

Les objets qui permettent à la lampe de briller sont, par exemple : la pointe de ciseaux, les branches du compas (si elles sont métalliques), le trombone métallique, la partie métallique

du fil de connexion,... D'une manière générale, tous les objets métalliques et ... la mine de crayon (qui laisse aussi passer le courant électrique) ainsi que l'eau permettent à l'ampoule de briller. Tous les autres objets en plastique (gomme, latte...), papier, carton, ou bois (latte, allumette...) sont des isolants et empêchent le courant électrique de circuler dans le circuit.

Voici des exemples de définitions qui sont correctes pour le niveau du début secondaire :

- Un conducteur électrique est un matériau qui permet, à la lampe de briller, il laisse passer le courant électrique dans le circuit. D'une manière générale, tous les métaux sont de bons conducteurs d'électricité. L'eau est aussi un bon conducteur électrique.
- Un isolant électrique est un matériau qui ne permet pas à la lampe de briller, il empêche le courant électrique de circuler dans le circuit électrique. Tous les matériaux non métalliques sont de bons isolants électriques.

Pour nous enseignants, il est possible d'aller d'avantage dans le détail : un conducteur électrique est un matériau qui contient des atomes dans lesquels des charges électriques peuvent se déplacer, dans notre cas : les électrons libres. En l'absence de champ électrique (pas raccordé à une pile ou au secteur), ces électrons se déplacent de façon aléatoire, de manière désordonnée, dans le matériau. Lorsque ce même matériau est soumis à un champ électrique (dans notre cas, quand il est raccordé à la pile), les électrons libres se déplacent alors tous de la même manière, dans la même direction : c'est le courant électrique. Un isolant électrique est un matériau dont les atomes contiennent peu d'électrons libres de se déplacer, ces électrons sont trop liés à leur noyau pour pouvoir se déplacer. Aucun courant électrique ne circule.

Une fois ces notions découvertes, les élèves peuvent synthétiser rapidement le tout dans le tableau ci-dessous :

Isolant	Conducteur
<p><b>La lampe</b>    <input type="checkbox"/> brille.  <input checked="" type="checkbox"/> est éteinte.</p> <p><b>Le circuit est</b>    <input checked="" type="checkbox"/> ouvert.  <input type="checkbox"/> fermé.</p> <p><b>Le matériau X est</b>    <input type="checkbox"/> conducteur électrique  <input checked="" type="checkbox"/> isolant électrique.</p> <p>Exemple de matériaux : du plastique, du bois, du papier, du carton, ...</p>	<p><b>La lampe</b>    <input checked="" type="checkbox"/> brille.  <input type="checkbox"/> est éteinte.</p> <p><b>Le circuit est</b>    <input type="checkbox"/> ouvert.  <input checked="" type="checkbox"/> fermé</p> <p><b>Le matériau X est</b>    <input checked="" type="checkbox"/> conducteur électrique.  <input type="checkbox"/> isolant électrique.</p> <p>Exemple de matériaux : d'une manière générale, les métaux, ...</p>

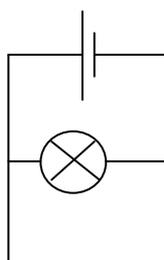
Il est bien évident que lors de la synthèse, l'enseignant doit s'assurer que les notions sont réellement bien intégrées par les élèves.

#### 5.4. Les fiches *pannes*



La fiche n° 1 : l'ampoule ne brille pas et le fil chauffe ! Les élèves font souvent des courts-circuits quand ils construisent leur premier circuit électrique (uniquement ampoule, pile et fils conducteurs), cette fiche se propose de leur faire prendre conscience de ce problème, des risques encourus en cas de courant plus important : risques d'électrocution pour l'homme et risques d'incendie pour la maison !

Le montage régulièrement construit est le suivant :

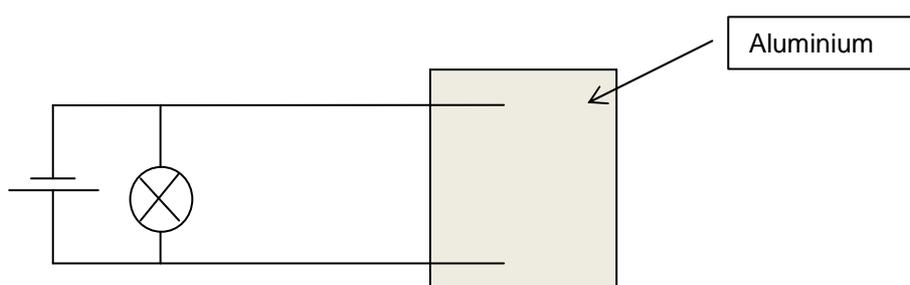


Il est important que les élèves comprennent ce qu'est un court-circuit et corrigent leur circuit électrique. Quand il se trouve à une bifurcation (montage en parallèle), le courant part là où il éprouve le moins de résistance, dans ce cas, le fil conducteur. Le courant ne passe donc pas par la branche contenant l'ampoule, celle-ci reste donc éteinte.

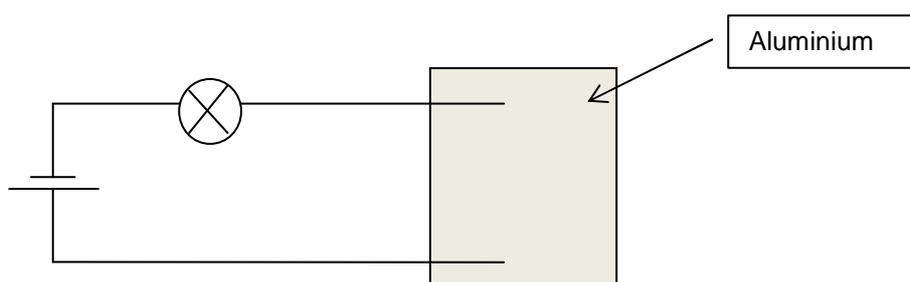
La fiche n°2 : l'ampoule ne brille pas pour une bonne réponse ! Il y a deux possibilités :

- Les élèves ne pensent pas toujours que si sur le verso les questions se trouvent à gauche et les réponses à droite, cette disposition est inversée au recto. Il faut donc qu'ils corrigent cette inversion.
- Il y a un mauvais contact soit dans les fils conducteurs, soit dans l'aluminium qui est peut-être déchiré à un endroit donné.

La fiche n°3<sup>7</sup> : L'ampoule ne brille jamais. Quand le principe du jeu commence à germer dans les têtes, les groupes utilisent le papier aluminium comme conducteur entre la question et la réponse. Malheureusement certains élèves recouvrent alors toute la surface de leur support (le carton) de papier aluminium ! Deuxième court-circuit ! Le courant électrique passe par le chemin qui lui offre le moins de résistance c'est-à-dire l'aluminium et non pas par l'ampoule. Celle-ci reste donc éteinte.



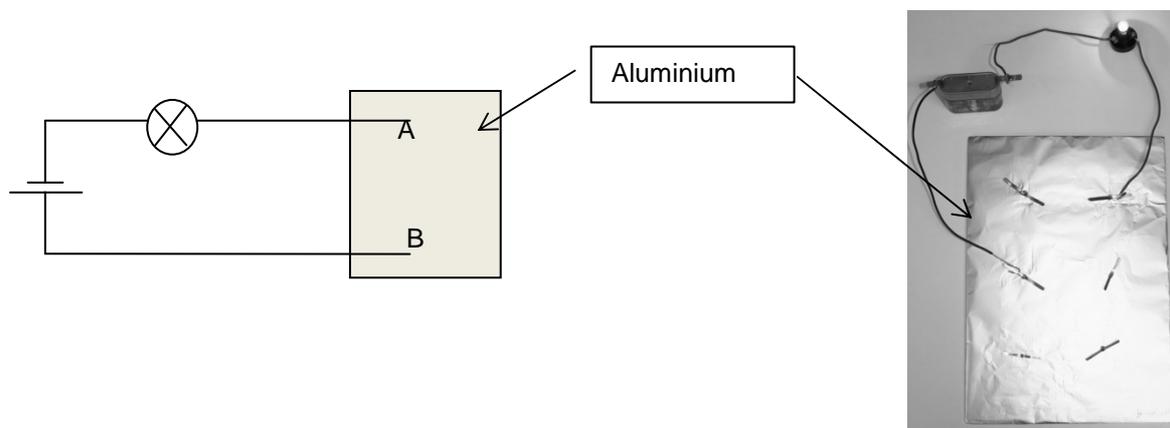
Qu'il faut donc corriger en faisant le circuit :



... qui rencontrera, c'est certain, un autre problème ! Ce problème trouve sa solution dans la fiche suivante :

<sup>7</sup> Cette fiche est inspirée d'une des difficultés rencontrées par les élèves avec lesquels nous avons travaillé.

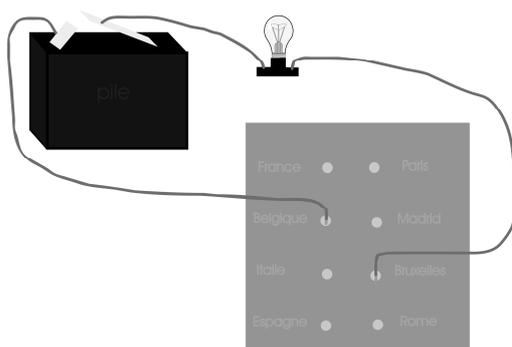
Fiche n°4<sup>8</sup> : l'ampoule brille pour toutes les réponses ! Les élèves constatent qu'en A (une question), quel que soit l'endroit de B (quelle que soit la réponse), l'ampoule s'allume.



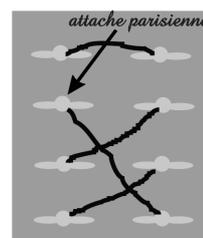
Les élèves comprennent facilement que pour une question choisie, toutes les réponses, mêmes les fausses, permettent à l'ampoule de briller (schéma ci-dessus). Très vite l'idée de couper des bandelettes d'aluminium apparaît dans l'esprit des élèves. La nécessité d'isoler chaque bandelette de la précédente devient évidente pour les élèves qui testent au fur et à mesure les binômes *question-réponse*. Cette fiche renvoie l'élève à la fiche 6.

Les élèves qui travaillent avec du fil électrique ne rencontrent pas cette difficulté et leur montage ressemble au montage suivant :

Face visible du jeu :

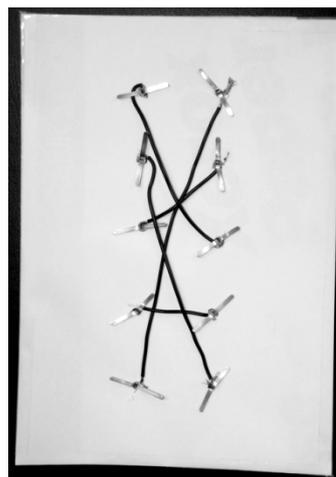


Face cachée du jeu :



Ce qui correspond dans la réalité à :

<sup>8</sup> Cette fiche est inspirée d'une des difficultés rencontrées par les élèves avec lesquels nous avons travaillé.



Fiche n°5 : l'ampoule s'allume pour une mauvaise réponse. Il y a deux possibilités :

- soit l'élève n'a pas compris que lorsqu'il retourne sa feuille, l'information qui était à gauche au recto part à droite au verso (et donc l'information qui était à droite au recto est à gauche au verso) ;
- soit il n'a pas bien isolé les bandelettes d'aluminium entre elles, ce qui a pour conséquence qu'une mauvaise réponse ferme aussi le circuit et permet à la lampe de briller. Nous conseillons à ces élèves de tester le circuit à chaque ajout de binôme *question-réponse* de manière à palier à ce problème.

### 5.5. Les fiches pour aller plus loin



Ces fiches proposent aux élèves qui ont construit leur jeu avec succès de continuer leur apprentissage en approfondissant certaines notions pendant que les autres élèves terminent.

La fiche n°1 permet de découvrir un autre jeu, pas tout à fait identique mais pas très différent non plus : le docteur Maboule. Le dessous de ce jeu, contrairement au jeu *Electro* est posé sur un plateau métallique et chaque organe du patient est relié, sans que cela ne soit visible, à ce plateau ce qui fait qu'à chaque fois que le joueur « opère » mal son patient le signal sonore retentit.

La fiche n° 2 apprend aux élèves à repérer les différents éléments de l'ampoule électrique et à les classer soit dans la catégorie *conducteurs* ou dans la catégorie *isolants*. Cette fiche fait

appel aux notions découvertes dans la fiche 6. Si l'élève n'a pas encore consulté cette dernière, il est bon qu'il le fasse à ce moment.

Les fiches n°3 et 4 permettent à l'élève de prendre conscience que certains branchements entre la pile et l'ampoule ne permettent pas à l'ampoule de briller. La fiche permet d'entrevoir que le courant électrique ne passe que par les parties métalliques (conductrices) de l'ampoule.

Les fiches 5 et 6 donnent aux élèves une idée des composants de la pile de 1,5V et montrent que la pile de 4,5V n'est rien d'autre que trois piles de 1,5V mises en série.

Enfin la fiche n°7 permet à l'élève de prendre conscience des dangers de l'électricité en faisant une expérience toute simple avec de la limaille de fer et une pile de 4,5V.

## 5. Synthèse<sup>9</sup> - Le jeu « électro »

### 6.1. Faisons le point !



A l'aide des questions suivantes, l'enseignant interpelle les élèves sur les étapes de construction de l'électro.

Est-ce que notre jeu fonctionne ?

- Comment avons-nous choisi le matériel pour construire le jeu ?
  - L'ampoule ?
  - La pile ?
  - Les raccordements ?
  - ...
- Faut-il prendre certaines précautions pour que le jeu fonctionne ? Lesquelles ?
  - L'ampoule ?
  - La pile ?
  - Les raccordements ?
  - ...

<sup>9</sup> Cette synthèse est un exemple de ce que l'enseignant peut faire avec sa classe lors du débriefing final, il peut bien évidemment la modifier mais sans introduire de nouvelles notions.

- Avons-nous fait des essais avec du matériel différent (autre que l'ampoule, la pile et les raccordements) ?

Pouvons-nous faire la différence entre un dessin et un schéma ?

- Avons-nous respecté la consigne de départ : faire un schéma ?
- Qu'est-ce qu'une convention dans un schéma électrique ?
- Avons-nous utilisé des conventions pour réaliser notre schéma ? Lesquelles ?
  - Pour l'ampoule
  - Pour la pile ?
  - Pour les raccordements ?
  - ...

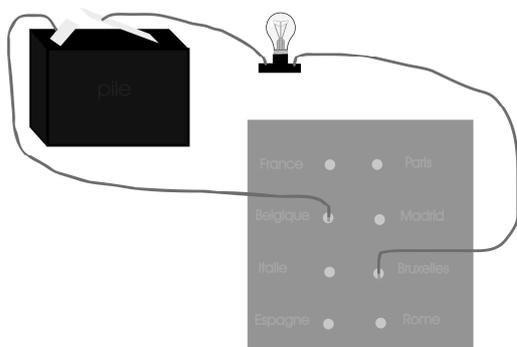
Comparons nos schémas (le tout premier et le dernier)

- Sont-ils différents ?
- Avons-nous ajouté une légende au schéma ?
  - Au premier schéma ?
  - Au deuxième schéma ?
- Avons-nous ajouté des commentaires au schéma ?
  - Au premier schéma ?
  - Au deuxième schéma ?
- ...

## 6.2. Exemple de dessin du jeu :

### Face extérieure du jeu

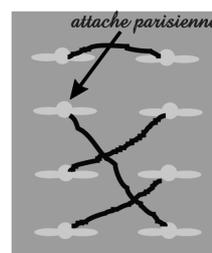
(le recto de la feuille - questions-réponses)



- ✓ La pile de 4,5V est plus facile à connecter dans le circuit.
- ✓ L'ampoule de 3,7V est la mieux adaptée à cette pile.
- ✓ Les contacts entre les différents éléments doivent être de bonne qualité pour que l'ampoule brille.  
L'ampoule ne brille que si la « question » est reliée à la bonne réponse.

### Face intérieure du jeu

(le verso de la feuille avec les fils électriques ou le papier aluminium)



- ✓ Les raccordements entre les différentes questions et leurs réponses correspondantes peuvent se faire soit avec :
  - du papier aluminium
  - du fil électrique
- ✓ Aux endroits de croisement :
  - il faut isoler chaque connexion en aluminium avec du papier collant.
  - les fils électriques étant isolés grâce à une gaine en plastique, il n'y a donc aucune précaution particulière à prendre

### 6.3. Schémas électriques correspondants (en utilisant les conventions électriques de la fiche n°11) :

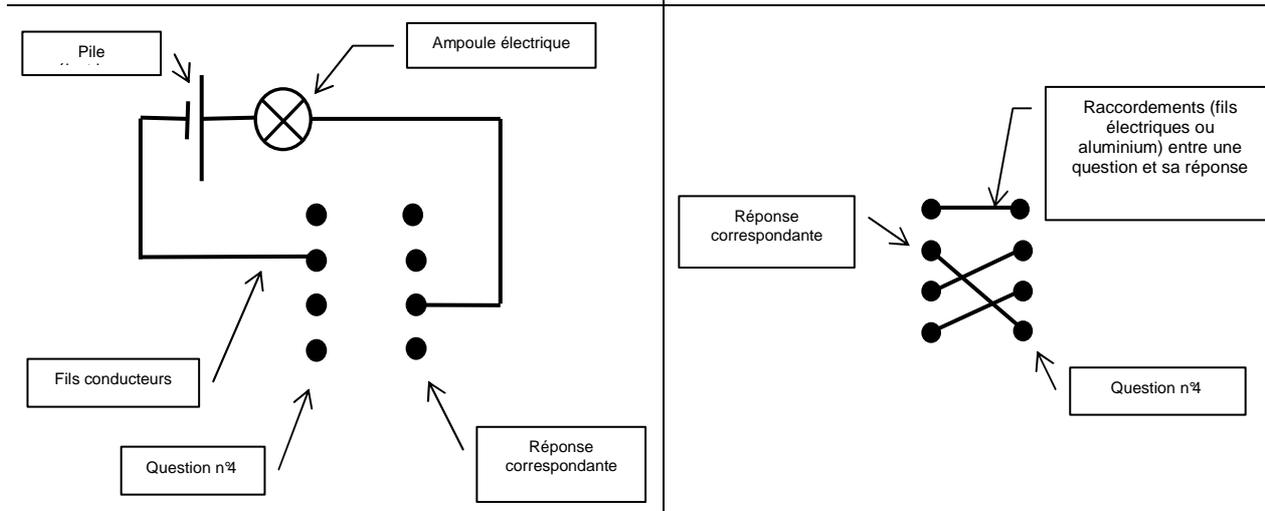
Pile :  Ampoule électrique :  Fils électriques : 

Face extérieure du jeu

(le recto de la feuille - questions-réponses)

Face intérieure du jeu

(le verso de la feuille avec les fils électriques ou le papier aluminium)



### 5.4. Nous avons appris que :

Le circuit électrique **doit être fermé** pour que l'ampoule brille.

Si le circuit **est ouvert**, l'ampoule ne brille pas.

Certains matériaux laissent passer le courant, c'est le cas de tous les **métaux**.

On appelle ces matériaux des **conducteurs d'électricité**.

Certains matériaux ne laissent pas passer le courant, c'est le cas des **non-métaux**.

On appelle ces matériaux des **isolants électriques**.

En cas de court-circuit, l'ampoule ne brille pas : le courant passe toujours par le chemin où il rencontre le moins de résistance (le fil conducteur ou l'aluminium par exemple).

## Bibliographie et sites Internet

- AGERS – *Éclairons notre lanterne* – Enseignement secondaire – thème 6 – Cours de sciences au 1<sup>er</sup> degré
- André J.-Ph., Busana A., Scoumanne Th. – *Construire ses compétences en physique 2* – Editions Plantyn – Bruxelles - 2002
- Ardley Neil – *A la découverte de la science* – Edition Bordas Jeunesse – Paris - 1995
- Ardley Neil – *Le petit chercheur – L'électricité* – Bordas Jeunesse - Paris - 1992
- Auber J. - Berthelot A. - Bonrepaux A. - Canal J.-L. - Cessac J. - Chatelin L. - Fil J.-Flonneau J.-M. - Fontaine C. - Grillot S. - Gris J. - Hibon M. - Hot L. - Larmarque J. - Lemardele M.-A. Lhomme R. Marescot R. Mousset R. Paulin M. Soinne R. Souesme G. Tavernier R. - Toulouse R. - Tryoen V. - Zelentsoff M. - *Piles, ampoules, boussoles* – Collection Tavernier - Les guides du maître – Edition Bordas – 1984
- Balian R. – *Physique fondamentale et énergétique : les multiples visages de l'énergie* – Conférence introductive de l'Ecole d'Eté de Physique sur l'énergie – Caen – 2001
- Ballini P. ; Robardet G. et Rolando J.-M – *L'intuition, obstacle à l'acquisition de concepts scientifiques* – Aster n°24 – 1997
- Canal J.-L. - Margotin M. - Pierrard M.-A. - Tavernier R. – *Cahier d'activités – CE2 - Physique et technologie* – Nouvelle collection Tavernier - Edition Bordas – 1995
- Canal J.-L. - Margotin M. - Pierrard M.-A. - Tavernier R. . – *Cahier d'activités - CM1 - Physique et technologie* – Nouvelle collection Tavernier - Edition Bordas – 1996
- Castermans T., Gillis P., Mélin S. – *L'électricité : un jeu d'enfants ?* – Recherche en éducation 65/00 « 7veil à l'observation et à la pratique expérimentale en physique » – 2001
- Hann J. – *La Science* – Guides pratiques Jeunesse – Editions du Seuil –1991
- Lemeignan G., Weil-Barais A. – *Construire des concepts en physique* – Hachette Education – 1993

Sites internet :

- Pour la construction de l'électro
  - <http://fr.wikipedia.org>
- Pour la construction de la mini-éolienne
  - <http://fr.wikipedia.org>
- Les ampoules électriques

- 
- <http://www.econo-ecolo.org/spip.php?article27>
  - <http://www.demain-la-terre.net>
  - Les piles électriques :
    - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile\\_%C3%A9lectrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile_%C3%A9lectrique)
    - <http://www.ecoconso.be/>
    - <http://www.web-sciences.com/fichests/fiche28/fiche28.php>
    - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage\\_commercial\\_des\\_piles\\_et\\_accumulateurs\\_%C3%A9lectriques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs_%C3%A9lectriques)
  - Les centrales électriques :
    - <http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/thermic.html>
    - <http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/pwr.html>
    - [http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage\\_eau.jpg](http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage_eau.jpg)
  - Les moteurs électriques :
    - <http://www.educauto.org/Documents/Tech/ANFA-VE/Originaux/electromagnetique.gif>
    - <http://www.discip.ac-caen.fr/sti/stibacs/imagesperso/moteur-cc/principe1.gif>
    - <http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/rfoy/capsules/moteur/>

## ANNEXE 4 – Fiches d'aide (Electricité)

Aujourd'hui tu vas construire un jeu « questions-réponses » qui te permet de tester les connaissances d'un joueur. Une petite lampe indiquera si la réponse choisie est la bonne.

En utilisant la feuille prévue à cet effet, commence par dessiner le montage tel que tu l'imagines maintenant.



### Fiche n°1 : Comment couper et *dénuder*\* un fil électrique ?



Construis

#### Comment couper les fils électriques ?

Si les fils sont fins, il suffit de prendre une paire de ciseaux. S'ils sont plus épais, il faut prendre une pince coupante.

#### Comment *dénuder* \* un fil électrique ?

*Dénuder* consiste à enlever deux ou trois centimètres de la gaine en caoutchouc pour que les contacts électriques soient bons. Pour dénuder le fil électrique il faut se servir d'une pince spéciale (voir ci-dessous).

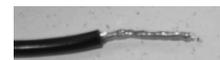
Observe la pince à dénuder, tu trouves une petite vis qui permet de régler le diamètre du trou de la pince. A toi de bien régler le diamètre de ce trou pour couper la partie plastique du fil (gaine extérieure). Il suffit ensuite de tirer le morceau de gaine à enlever, il se détache du fil (un peu comme une chaussette).

La pince à dénuder\* :



Il ne faut pas couper la partie métallique (les fils métalliques très fins à l'intérieur).

Une fois que le fil est dénudé, il faut le torsader (voir ci-contre) :



Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4



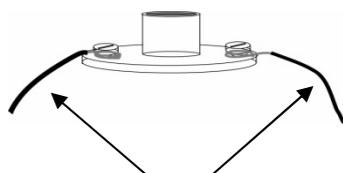
\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°2 : Comment placer l'ampoule dans le circuit électrique et attacher les fils de connexion ?



Construis

- Coupe les deux fils aux bonnes dimensions pour faire ton montage.
- Dévisse légèrement (pas complètement) les vis situées de chaque côté du support.
- Coince chaque fil, un peu dénudé et torsadé, en-dessous de chaque vis.
- Revisse chaque vis pour que le contact soit bon.
- Visse l'ampoule sur son support.
- 



Les deux fils de connexion  
(dénudés seulement sur quelques cm)

Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1

Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4

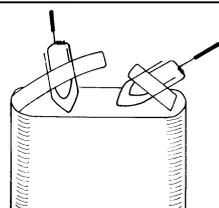


## Fiche n°3 : Comment attacher les fils électriques aux piles ?



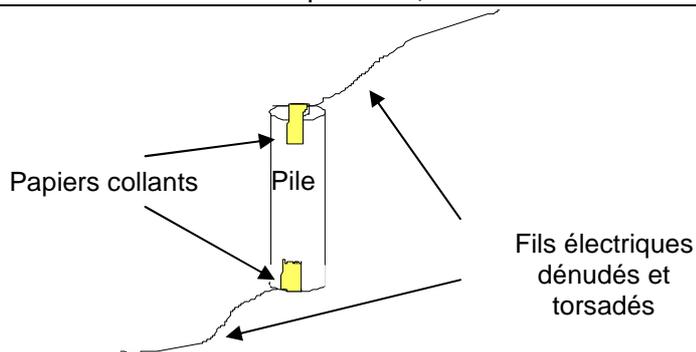
Construis

A la pile de 4,5 V



- ✓ En quelle matière sont les trombones utilisés ?
- ✓ Est-ce que toutes les matières conviennent pour ce genre de fixation ? Pourquoi ?

A la pile de 1,5 V



Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1

Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4

## Fiche n°4 : Comment torsader un fil électrique ?



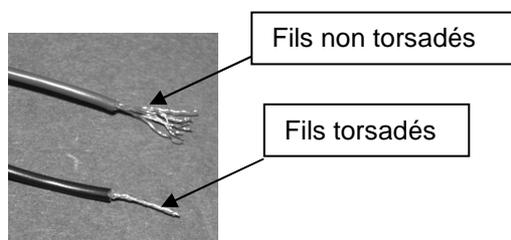
Construis

### Pourquoi faut-il torsader les fils conducteurs\* ?

- Pour que tu puisses plus facilement les passer dans le trou de raccordement du moteur.
- Pour que tu obtiennes un meilleur contact quand tu relies deux fils ensemble : il suffira alors de les torsader aussi entre eux.

### Comment torsader les brins d'un fil électrique ?

- C'est très facile, une fois que quelques centimètres de fil sont dénudés\*\*, il suffit de prendre la partie dénudée de la tenir entre le pouce et l'index et de les faire tourner sur eux-mêmes comme montré sur la photo ci-contre.



\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1 



## Fiche n°5 : Comment trouser le carton ?



Construis

Pour faire les trous dans le support en carton, utilise un instrument à ta disposition. Par exemple :

- des ciseaux
- ou un cutter
- ou une pointe de compas (tu feras du picage pour prédécouper le trou)
- ou une perforatrice ...



Réfléchis avant de commencer à faire les trous : choisis judicieusement les endroits où percer le carton, une fois que ce sera fait, il sera trop tard pour revenir en arrière !

Sois soigneux (se) et très prudent(e). Ne te blesse pas !

## Fiche n°1 : Comment construire le jeu ?



Organise

Tu ne sais pas comment construire le jeu ? Demande à ton professeur le jeu acheté dans le commerce et pose-toi quelques questions :

1. Quel est le principe du jeu ? Dans quelles conditions l'ampoule brille-t-elle ?
2. Observe attentivement le jeu : en quelle(s) matière(s) sont faites les différentes parties du jeu :
  - a. les feuilles de *Questions – Réponses* ?
  - b. les deux pointeurs que tu tiens en mains et qui permettent de sélectionner une question et une réponse ?
  - c. les fils qui relient les pointeurs au jeu ?
  - d. observe attentivement, renseigne-toi sur ce qu'il y a à l'intérieur de la partie visible.
3. Un élément, qui est peut-être invisible, est nécessaire pour que l'ampoule brille. Quel est-il ?
4. Comment sont reliées une question et sa bonne réponse ? Si tu ne sais pas demande à ton professeur le jeu démonté.

Tu peux maintenant commencer à faire la liste du matériel nécessaire pour construire le jeu. Note tous les éléments dans ton cahier.

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



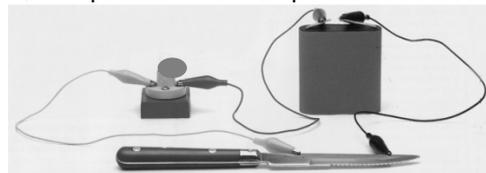
## Fiche n°2 : Quel matériau utiliser pour relier les questions à leurs réponses ?



Organise

Si tu ne sais pas avec quoi relier une question à sa réponse, construis le montage ci-dessous.

Que se passe-t-il si tu remplaces la lame du couteau par différents matériaux :



un trombone en métal, en plastique, un petit morceau de carton, une allumette, la partie métallique de tes ciseaux, une bandelette d'aluminium, la gaine en plastique des fils électriques, du papier collant, ....

Dans ton cahier, classe les différents matériaux dans un tableau comme celui proposé ci-dessous :

L'ampoule brille :	L'ampoule reste éteinte :

Maintenant, trouve quel matériau tu vas utiliser pour relier chaque question à sa réponse ?

Si tu ne sais pas comment :

- dénuder (ou torsader) les fils électriques, consulte la fiche n°1  (ou la fiche n°4 ).
- relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3  (ou la fiche n°2 .

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

### Fiche n°3 : Quelle ampoule choisir ?



Organise

- ✓ Tu as, à ta disposition, deux ampoules différentes.
- ✓ En quoi sont-elles différentes ?
- ✓ Pour les distinguer, lis les inscriptions qui se trouvent sur le pas de vis de l'ampoule – au besoin prends une loupe.
- ✓ Laquelle choisis-tu ? Pourquoi ? Est-elle compatible avec la pile ?

Si tu ne sais pas comment relier l'ampoule au circuit électrique, consulte la fiche n°2

Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1

Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4 -----

### Fiche n°4 : Quelle pile choisir ?



Organise

Tu as, à ta disposition, une pile de 1,5V (appelée *pile crayon*, à cause de sa forme) et peut-être une pile de 4,5V (appelée parfois *pile plate* à cause de sa forme).

- ✓ Dans ton cahier, compare les avantages et inconvénients de chacune d'elles (en t'inspirant de l'exemple donné) :
- ✓ Est-elle compatible avec l'ampoule que tu as choisie ?

	Avantages	Inconvénients
<b>Pile de 1,5 V</b>	Elle est rechargeable	
<b>Si tu as d'autres piles...</b>		

Si tu ne sais pas comment :

- dénuder (ou torsader) les fils électriques, consulte la fiche n°1 (ou la fiche n°4 )

- relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3 (ou la fiche n°2 )



Connais-tu ce logo ?

Que veut-il dire ? si tu ne connais pas sa signification, renseigne-toi.

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

Fiche n°1 : Dessin ou *schéma*\* ?

Comprends mieux

Le dessin :	Les conventions* :	Le schéma* :
Le dessin est une représentation personnelle de la réalité.  Le même objet peut être dessiné de façon différente d'un dessinateur à l'autre.	Les conventions sont choisies au départ.  Pour que le schéma soit compréhensible de tous il faut que les conventions soient expliquées et acceptées par tous.	Le schéma représente de façon simple la réalité.  Le schéma est réalisé à partir des conventions choisies et acceptées par tous.

Le dessin :	Exemple Exemple de conventions choisies :	Le schéma :

Vérifie si tu as compris en faisant l'exercice de la suivante (n°2 ).

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.



## Fiche n°2 : Dessin ou plan ?



Comprends mieux

Dans ton cahier, réalise le plan de la salle de bains dessinées ci-dessous :

Le dessin d'une salle de bains	Les conventions* choisies	La plan de la salle de bains

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

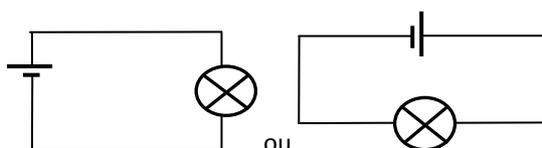
## Fiche n°3 : Le schéma électrique et ses conventions\*



Comprends  
mieux

Le dessin d'un circuit électrique	Les conventions <u>imposées</u>	Le schéma du circuit électrique

- La longueur des fils n'a pas d'importance.
- Dans un schéma aussi simple que celui-ci, l'ordre dans lequel se trouvent les éléments n'a pas d'importance ! Ce qui compte, c'est qu'ils soient tous présents. Ici : une pile, une ampoule électrique et des fils de connexion. Il est donc possible de représenter aussi le circuit ci-dessus par les schémas équivalents :



Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu peux également vérifier si tu as compris en faisant les exercices des fiches 4 et 5 de la même série :



## Fiche n°4 : Qu'est ce qu'un circuit électrique **ouvert** ?



Comprends  
mieux

1. Construis réellement le montage ci-dessous (tu as peut-être une pile différente, ce n'est pas important).
2. Dans ton cahier, complète le tableau :

Dessin d'un circuit <b>électrique ouvert</b>	La convention qui t'es imposée pour un interrupteur ouvert	Avec cette convention, quel sera le schéma du circuit <b>électrique ouvert</b> ?

Dans un circuit électrique ouvert, l'ampoule

- brille.
- reste éteinte

Si tu ne sais pas comment :

- dénuder (ou torsader) les fils électriques, consulte la fiche n°1 (ou la fiche n°4 )
- relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3 (ou la fiche n°2 )

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

## Fiche n°5 : Qu'est ce qu'un circuit électrique **fermé** ?



Comprends  
mieux

1. Modifie le montage de la fiche 4  pour que l'ampoule brille. Qu'as-tu fais ?
2. Dans ton cahier, complète le tableau ci-dessous en dessinant le montage que tu as réalisé et le schéma correspondant :

Dessine un circuit <b>électrique fermé</b>	La convention qui t'es imposée pour un interrupteur fermé	Avec cette convention, quel sera le schéma du circuit <b>électrique fermé</b> ?
		

Dans un circuit électrique ouvert, l'ampoule

- brille.
- reste éteinte

Si tu ne sais pas comment :

- dénuder (ou torsader) les fils électriques, consulte la fiche n°1  (ou la fiche n°4  )
- relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3  (ou la fiche n°2  )

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



## Fiche n°6 : Conducteur\* ou isolant\* électrique ?



Comprends  
mieux

Choisis différents petits objets dans la classe (par exemple : un crayon, une gomme...) et teste-les dans le montage de la fiche n°2 .

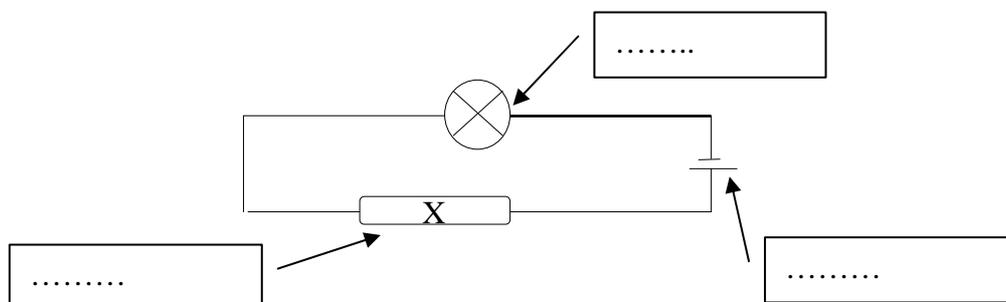
La lampe brille si je mets dans le circuit électrique :	La lampe reste éteinte si je mets dans le circuit électrique :
Les matériaux ci-dessus sont appelés des <b>conducteurs* électriques.</b>	Les matériaux ci-dessus sont appelés des <b>isolants* électriques.</b>

2. En te servant de ce que tu as appris, rédige une **définition** pour les conducteurs électriques et une **définition** pour les isolants électriques. Note ces deux définitions dans ton cahier.

*\*Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.*

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

## Fiche n°7 : Résume ce que tu as découvert !

Comprends  
mieux

- La lampe  brille.  
 est éteinte.
- Le circuit est  ouvert.  
 fermé.
- Le matériau X est  conducteur\* électrique.  
 isolant\* électrique.

Exemple de matériaux :

Si tu ne sais pas comment :

-dénuder (ou torsader) les fils électriques, consulte la fiche n°1 (ou la fiche n°4 )

-relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3 (ou la fiche n°2 )

- La lampe  brille.  
 est éteinte.
- Le circuit est  ouvert.  
 fermé.
- Le matériau X est  conducteur\* électrique.  
 isolant\* électrique.

Exemple de matériaux :

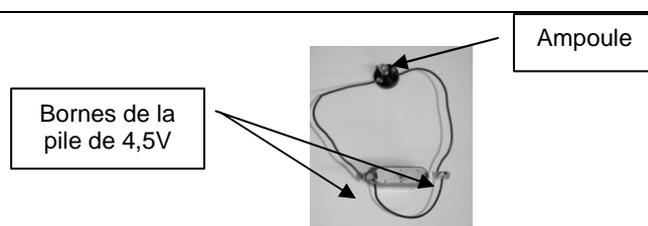
Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.



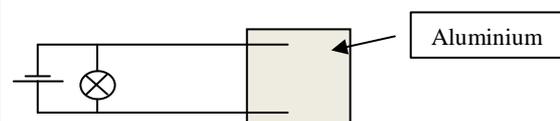
## Fiche n°1 : L'ampoule ne brille pas et le fil chauffe !



Répare

Ton ampoule ne brille pas et le fil chauffe ? Tu as certainement fait un **court-circuit\***.**Soit** ton montage est semblable à celui-ci-dessous

Pour corriger ton montage, tu dois enlever le fil électrique qui ne « sert à rien » mais qui, au contraire, perturbe tout !

**Soit** ton montage est semblable à celui représenté par le schéma ci-dessous

Pour corriger ton montage, tu dois connecter l'ampoule autrement (en la déplaçant dans le circuit).

Les courts-circuits\* sont très dangereux pour nous et pour la maison ! Ils peuvent provoquer des électrocutions\* (qui peuvent entraîner la mort) ou provoquer des incendies. On les évite en plaçant dans le circuit électrique de la maison des fusibles\* ou des disjoncteurs\*.

Quand tu auras fini la construction de ton jeu, consulte la fiche n°7 et réalise l'expérience proposée.

## Fiche n°2 : L'ampoule ne brille pas pour une seule question-réponse !



Répare

L'ampoule ne brille pas pour **une seule** question-réponse ?

- a) Tu as relié tes questions et les réponses correspondantes avec du **papier aluminium** :
- La bandelette d'aluminium correspondante n'est-elle pas cassée ?
  - As-tu bien raccordé la bonne réponse à la question correspondante ?
  - Le pointeur touche-t-il bien l'aluminium ?
- b) Tu as relié tes questions et les réponses correspondantes avec des  **fils électriques** :
- As-tu bien dénudé le fil électrique, l'as-tu bien attaché ?
  - As-tu bien raccordé la bonne réponse à la question correspondante ?
  - Le pointeur touche-t-il bien le fil électrique (partie métallique) ?



## Fiche n°3 : L'ampoule ne brille jamais !



Répare

L'ampoule ne brille pour **aucune** des questions-réponses ? Pose-toi les questions suivantes :

- a) N'as-tu pas fait un court-circuit\* ? Si tu ne sais pas de quoi il s'agit, consulte la fiche n°1 
- b) Est-ce que l'ampoule est en bon état ? Le filament ne doit pas être cassé !
- c) Est-ce que la pile est encore en bon état ? Pour le vérifier, demande au professeur de t'aider.
- d) Est-ce que l'ampoule est correctement vissée dans la douille ?
- e) Est-ce que tous les contacts entre l'ampoule et la pile sont de bonne qualité ?

*\*Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.*

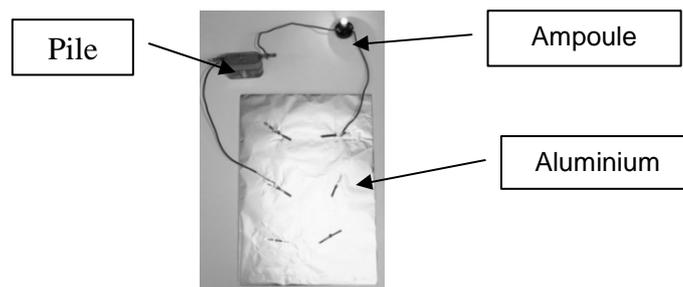
## Fiche n°4 : Tu utilises du papier aluminium pour relier les questions et les réponses et l'ampoule brille tout le temps (même pour de mauvaises réponses)



Répare

Ton ampoule brille même pour une mauvaise réponse ?

Tu as probablement fait un montage semblable à celui qui est photographié à droite : tu as fait ce qu'on appelle un court-circuit\* !



Pour éviter ce court-circuit, réfléchis, si tu ne sais pas quoi faire : consulte la fiche n°1

Quand tu auras fini la construction de ton jeu, consulte la fiche n°7 et réalise l'expérience proposée. Les courts-circuits sont très dangereux pour nous et pour la maison ! Ils peuvent provoquer des électrocutions (qui peuvent entraîner la mort) et peuvent aussi provoquer des incendies. On les évite en plaçant dans le circuit électrique des fusibles\* ou des disjoncteurs\*.

\*Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.



## Fiche n°5 : La lampe s'allume pour une mauvaise réponse !



Répare

L'ampoule brille alors que la réponse est mauvaise ? Pourquoi ?

Deux possibilités :

- As-tu vérifié si, sur la face arrière de ton jeu, la question et sa bonne réponse sont correctement reliées ?



As-tu remarqué que lorsque tu retournes ta feuille, ce qui était à gauche (ou à droite) sur le recto passe à droite (ou à gauche) sur le verso ? A toi de corriger !

- Tu as utilisé des languettes de papier aluminium pour relier la question à la réponse. Pourquoi l'ampoule s'allume-t-elle même si la réponse est fautive ? Comment « éteindre » l'ampoule pour cette réponse précisément (et pas pour la bonne réponse) ? Quel matériau vas-tu utiliser pour **isoler**\* ce circuit électrique ?

\* Si tu ne sais pas quel matériau employer, pour **isoler** le circuit consulte la fiche n°2 et la fiche n°6 .

## Fiche n°1 : Observation et manipulation d'un autre jeu



Va plus loin

Docteur Maboul :

L'activité

1. Quel est le but du jeu ?
2. Quelles sont les règles de ce jeu ?
3. Que se passe-t-il si tu ne n'opères pas bien ?
4. Que se passe-t-il si tu opères bien ?

La fabrication du jeu

1. Le(s) matériau(x) employé(s) pour la face visible du jeu est-il (sont-ils) conducteur(s) ou isolant(s) ?
2. Le bout de la pince utilisée pour extraire les objets est-il conducteur ou isolant ?
3. L'objet à extraire est-il conducteur ou isolant ? Pourquoi ?
4. Y a-t-il une pile dans ce jeu ? Si oui, où se trouve-t-elle ?
5. A ton avis, que trouveras-tu à l'intérieur du jeu si tu le démontes ? Pourquoi ?
6. Que se passe-t-il si tu utilises une pince à épiler en plastique ?

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

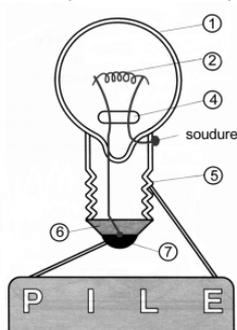


## Fiche n°2 : L'ampoule électrique



Va plus loin

Voici l'intérieur de l'ampoule électrique :



- 1) L'ampoule en verre
- 2) Le filament (métallique)
- 3) Le support (métallique) du filament
- 4) La perle de verre
- 5) Le culot ou vis en laiton (métal)
- 6) L'isolant (non métallique)
- 7) Le plot (métal)

Classe les 7 constituants de l'ampoule électrique en deux catégories (conducteurs ou isolants) et note ton classement dans ton cahier.

Conducteurs	Isolants

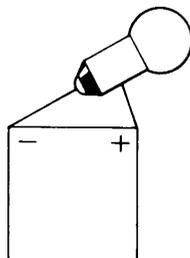
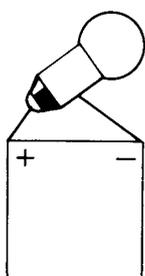
**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

### Fiche n°3 : Que se passe-t-il quand tu mets l'ampoule électrique en contact avec les bornes de la pile de 4,5V ?



Va plus loin

Essaie les différentes possibilités qui te sont proposées et constate si l'ampoule brille.



Trouve une connexion pour laquelle l'ampoule **ne brille pas** et dessine-la dans ton cahier.

 L'ampoule brille.

 L'ampoule brille.

 L'ampoule brille.

 L'ampoule brille.

 L'ampoule ne brille pas.

 L'ampoule ne brille pas.

 L'ampoule ne brille pas.

 L'ampoule ne brille pas.

Si tu ne comprends pas pourquoi l'ampoule brille ou ne brille pas, consulte la fiche n°2 et réalise le classement proposé.

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



### Fiche n°4 : Pourquoi l'ampoule brille-t-elle ?



Va plus loin

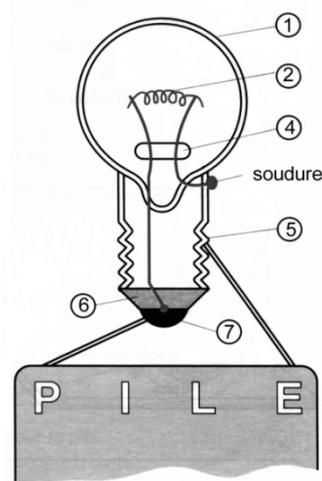
Que se passe-t-il quand nous connectons l'ampoule à la pile de 4,5V ?

L'ampoule brille parce que le filament chauffe très fort (plus environ 2500 degrés Celsius).

Le filament chauffe parce qu'il est traversé par un courant électrique. Le courant électrique est constitué d'*électrons* qui se déplacent dans les parties conductrices de l'ampoule.

Les électrons vont de la borne négative\* de la pile vers la borne positive\* en passant par les parties métalliques.

En t'aidant des classements demandés dans la fiche n°2 , montre à ton professeur le trajet suivi par le courant électrique sur le dessin repris ci-contre :



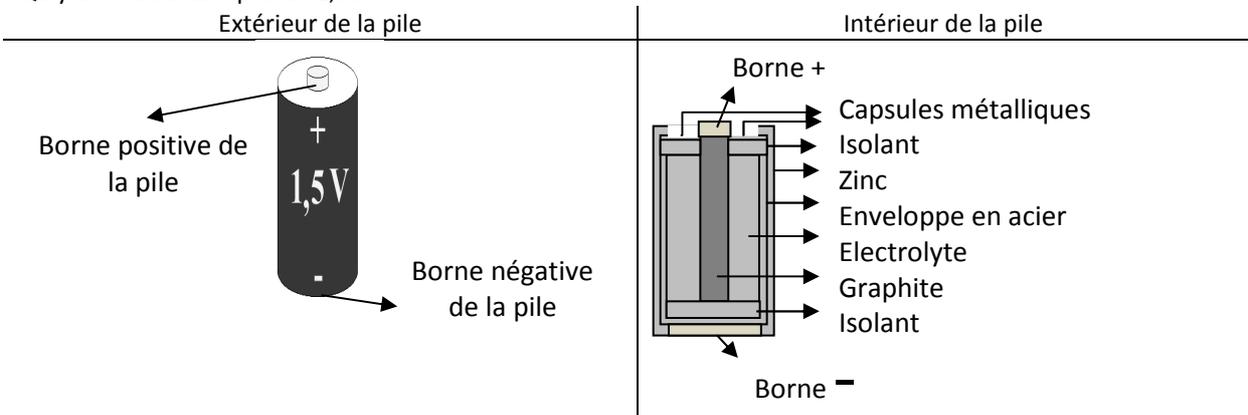
**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

## Fiche n°5 : La pile de 1,5 V\*



Va plus loin

\* Tu ne sais pas où se trouvent les bornes d'une pile ? Consulte les fiches 5 et 6 .  
 Qu'y a-t-il dans une pile de 1,5V ?



Une pile transforme l'énergie fournie, lors d'une réaction chimique, en énergie électrique. Cette réaction chimique se fait entre ses différents composants (ici le bâton de graphite et la pâte noire).  
 Connais-tu ce logo ?



Quand les piles sont usées, il ne faut pas les jeter dans la poubelle ni dans la nature : les produits chimiques qu'elles contiennent sont *nuisibles* pour l'environnement. Il faut les déposer dans des containers spécifiques que l'on trouve dans les magasins ou dans les décharges.

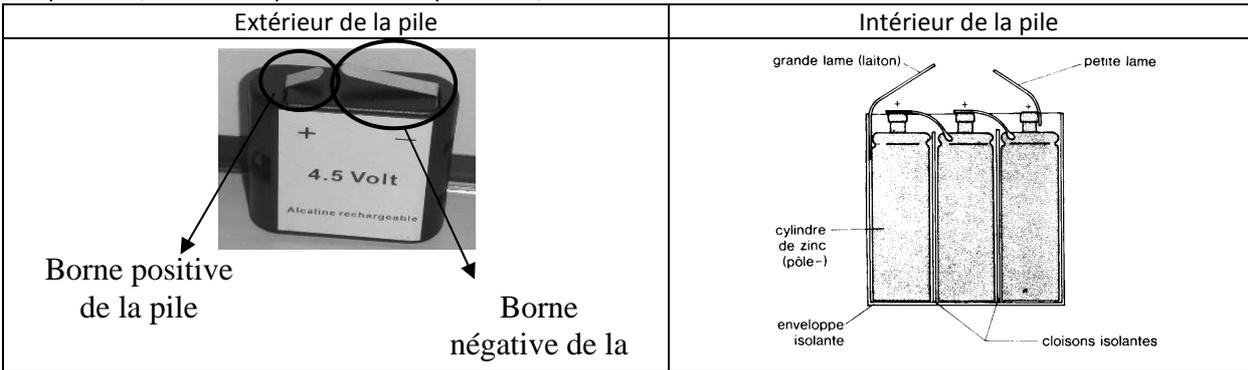
---

## Fiche n°6 : La pile de 4,5 V



Va plus loin

La pile de 4,5 V est composée de trois piles de 1,5 V



L'énergie fournie par la pile provient des réactions chimiques entre ses différents composants.

Connais-tu le logo ci-contre ?



Quand les piles sont usées, il ne faut pas les jeter dans la poubelle ni dans la nature : les produits chimiques qu'elles contiennent sont *nuisibles* pour l'environnement. Il faut les déposer dans des containers spécifiques que l'on trouve dans les magasins ou dans les décharges.

Les accumulateurs sont des piles rechargeables. Il est possible de les recharger grâce à un petit appareil qui s'adapte sur une prise de courant.

## Fiche n°7 : Les dangers de l'électricité !



Va plus loin

Pour réaliser cette expérience, tu as besoin :

- ✓ d'une petite assiette à dessert ;
- ✓ de la laine de fer (quelques fils de tampon Jex - assez fins) ;
- ✓ d'une pile de 1,5V ou de 4,5V ;
- ✓ de deux fils électriques (environ 10 cm chacun).

Voici l'expérience que tu peux réaliser :

- ✓ pose quelques fils de la laine de fer dans l'assiette ;
- ✓ dénude les deux extrémités des deux fils électriques sur quelques centimètres ;
- ✓ attache une extrémité de chaque fil à chaque borne de la pile ;
- ✓ touche un fil de la laine de fer avec les deux extrémités libres des deux fils électriques.

Observe ce qui se passe et tire-en les conclusions !

Si tu ne sais pas dénuder un fil électrique, consulte la fiche n°1



Attention aux doigts ! la paille de fer est très chaude, elle peut brûler !

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



## ANNEXE 5 – Corrigé des fiches d'aide (Electricité)

### Correction de la fiche n°1 : Comment construire le jeu ?



Organise

1. Le principe du jeu est le suivant :
  - a. Le joueur choisit une feuille de questions.
  - b. Sur cette feuille, le jeu lui propose des associations, par exemple le dessin d'un objet d'une part et le nom de cet objet d'autre part.
  - c. Le joueur pose un pointeur sur le dessin et l'autre pointeur sur le nom qu'il a choisi.
2. Dans quelles conditions l'ampoule brille-t-elle ?
  - d. Si la réponse est correcte, l'ampoule s'allume.
  - e. Par contre si la réponse n'est pas correcte, l'ampoule ne brille pas.
3. Les différentes parties du jeu<sup>10</sup> :
  - f. les feuilles de *Questions – Réponses* sont en papier
  - g. les deux pointeurs, que tu tiens en mains, ont un bout métallique
  - h. les fils qui relient les pointeurs au jeu sont des fils conducteurs recouverts de plastique
  - i. à l'intérieur du jeu, en dessous du plateau sur lequel on pose les feuilles du jeu, il y a différentes petites languettes métalliques qui relient la colonne de droite et la colonne de gauche.
4. L'élément, qui est peut-être invisible, mais indispensable est la pile. Sans pile, le jeu ne fonctionne pas.
5. Chaque question est reliée à sa bonne réponse par une bandelette métallique. Toutes les bandelettes se trouvent à l'intérieur du jeu.

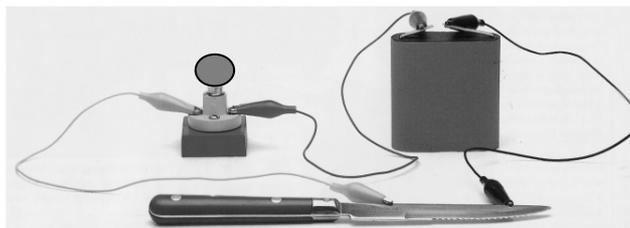
<sup>10</sup> Les différents éléments peuvent être légèrement différents d'un jeu à l'autre mais le principe général reste le même.

## Correction de la fiche n°2 : Quel matériau utiliser pour relier les questions à leurs réponses ?



Organise

Dans le montage ci-dessous, si tu remplaces la lame du couteau par différents matériaux :



L'ampoule brille :	L'ampoule reste éteinte :
Le trombone métallique	Le trombone en plastique
La latte métallique	La latte en plastique
La partie métallique de tes ciseaux	Un petit morceau de carton, de papier, de feuille plastique ...
Une bandelette d'aluminium	Une allumette
Une mine de porte-mine	La gaine en plastique des fils électriques
	Du papier collant
	Une gomme
	Un bic en plastique



Tu constates donc que tous les objets métalliques (et la mine de crayon) permettent à l'ampoule de briller tandis que les objets en plastique, en bois, en carton ... ne permettent pas à l'ampoule de briller.

Il faut que tu saches qu'on appelle

- les objets qui **permettent** à l'ampoule de briller, des **conducteurs électriques** et
- les objets qui **ne permettent pas** à l'ampoule de briller, des **isolants électriques**.

## Correction de la fiche n°4 : Quelle pile choisir ?



Organise

## 1. Comparons les avantages et inconvénients de différentes piles

	Avantages	Inconvénients
<b>Piles crayon</b> AAA, AAA ; AA ; (L) R3 ;(L) R6 ;(L) R14 ;(L) R20	Elles peuvent être rechargeables.	Il est plus difficile d'attacher les fils électriques aux bornes de ces piles.
	Elles ne prennent pas beaucoup de place.	Fournissent moins d'énergie que la pile de 4,5V
	...	...
<b>Pile de 4,5V (dite pile « plate »)</b>	Il est facile d'attacher les fils électriques aux bornes de cette pile.	Elle n'est pas rechargeable.
	Elle fournit plus d'énergie.	Elle prend plus de place.
	...	...

2. Pour que la pile soit compatible avec l'ampoule choisie il faut que les valeurs indiquées en Volt (V) correspondent. Par exemple : une ampoule de 1,3 V fonctionnera parfaitement avec une pile de 1,5V mais sera brûlée si elle est mise en contact avec une pile de 4,5 V. Par contre une ampoule de 4,5 V ne brillera pas, ou très faiblement, avec une pile de 1,5V.

Remarque : dans la vie courante, on choisit l'ampoule en fonction de la puissance électrique que l'on souhaite, par exemple 40W(Watt), 60W, 100W ...

Le logo :



Ce logo nous rappelle qu'il ne faut pas jeter nos piles usagées n'importe (ni dans les poubelles, ni dans la nature !). Les piles sont des déchets à traiter avec précaution. Elles contiennent des produits chimiques qui peuvent être toxiques et nocifs pour l'environnement. En outre les piles ne sont évidemment pas biodégradables. Il faut donc les déposer dans les containers spécifiques de certains magasins (ou les décharges) qui les récoltent et qui les envoient dans des endroits de traitement.

Correction de la fiche n°2 : Dessin ou plan ?



Comprends mieux

Si le dessin d'une salle de bains est :



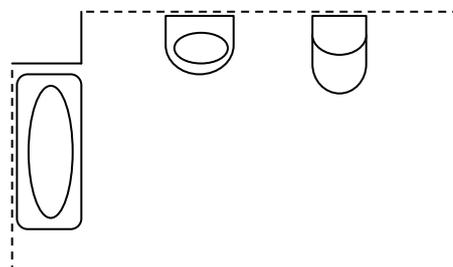
...

... et que les conventions choisies sont :



...

... alors le plan de cette salle de bain est :



## Correction de la fiche n°3 : Le schéma électrique et ses conventions

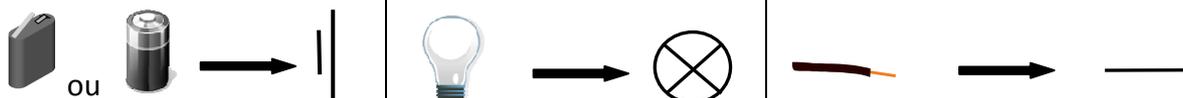


Comprends  
mieux

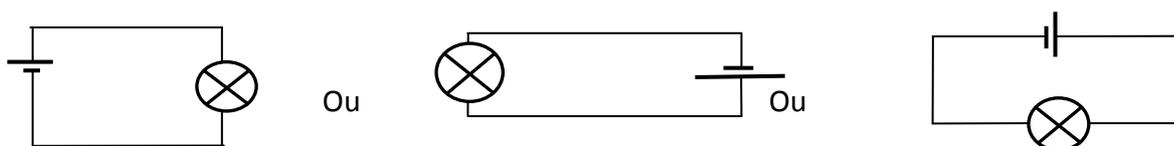
Le dessin d'un circuit électrique :



Si les conventions\* imposées sont ...



... alors le schéma correspondant au montage électrique est :



En effet :

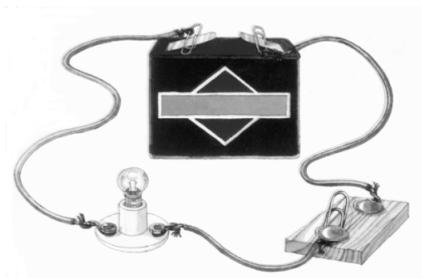
- La longueur des fils n'a pas d'importance.
- Dans un schéma aussi simple que celui-ci, l'ordre dans lequel se trouvent les éléments n'a pas d'importance. Ce qui compte, c'est qu'ils soient tous présents. Ici : une pile, une ampoule électrique et des fils de connexion.

## Correction de la fiche n°4 : Qu'est ce qu'un circuit électrique **ouvert** ?



Comprends mieux

Dessin d'un circuit électrique ouvert :



Conventions imposées :

L'ampoule électrique :

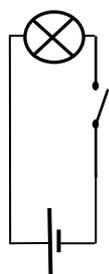


L'interrupteur ouvert :

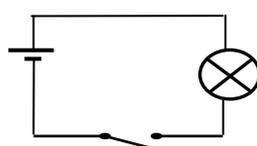
Les fils de connexion :

La pile :

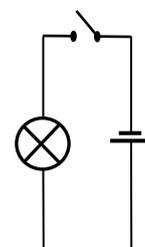
Le schéma d'un circuit ouvert est :



Ou



ou



En effet :

- La longueur des fils n'a pas d'importance.
- Dans un schéma aussi simple que celui-ci : l'ordre dans lequel se trouvent les éléments n'a pas d'importance, ce qui compte c'est qu'ils soient tous présents. Ici : une pile, une ampoule électrique et des fils de connexion.

Dans un **circuit électrique ouvert**, l'ampoule :

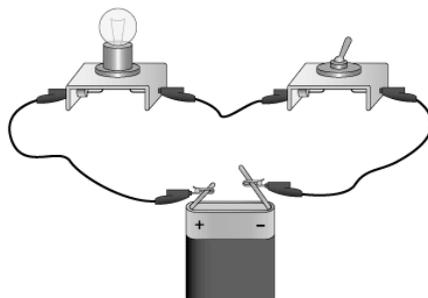
- brille.
- reste éteinte.

## Correction de la fiche n°5 : Qu'est ce qu'un circuit électrique **fermé** ?



Comprends mieux

**Exemple de dessin d'un circuit électrique fermé (il faut indiquer d'une manière ou d'une autre que la lampe brille, ici, en couleur, on voit que la lampe est colorée en jaune) :**



11

... si les conventions imposées sont :

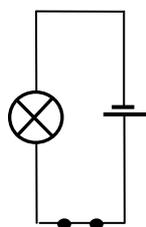
L'ampoule électrique : 



L'interrupteur  
fermé : 

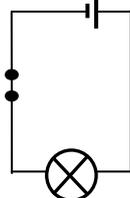
Les fils de connexion : 

La pile : 



Ou

... alors le schéma d'un circuit fermé est :



ou



En effet :

- La longueur des fils n'a pas d'importance.
- Dans un schéma aussi simple que celui-ci : l'ordre dans lequel se trouvent les éléments n'a pas d'importance, ce qui compte c'est qu'ils soient tous présents. Ici : une pile, une ampoule électrique et des fils de connexion.

Dans un **circuit électrique fermé**, l'ampoule :

- brille.
- reste éteinte.

<sup>11</sup> [www.maxicours.fr/.../5e/206946.html](http://www.maxicours.fr/.../5e/206946.html).

## Correction de la fiche n°6 : Conducteur ou isolant électrique ?



Comprends mieux

L'ampoule brille si je mets dans le circuit électrique :	L'ampoule reste éteinte si je mets dans le circuit électrique :
Le trombone métallique	Le trombone en plastique
La latte métallique	La latte en plastique
La partie métallique des ciseaux ou du compas	Un petit morceau de carton, de papier, de feuille plastique ...
Une bandelette d'aluminium	Une allumette
Une mine de porte-mine	La gaine en plastique des fils électriques
...	Du papier collant
	Une gomme
	Un bic en plastique
	...



Tu constates donc que tous les objets métalliques (et la mine de crayon) permettent à l'ampoule de briller tandis que les objets en plastique, en bois, en carton ... ne permettent pas à l'ampoule de briller.

### Conducteur électrique :

- Définition : Un conducteur électrique est un matériau qui permet, à la lampe de briller, il laisse passer le courant électrique dans le circuit.
- D'une manière générale, tous les métaux sont de bons conducteurs d'électricité
- Remarques : l'eau est aussi un bon conducteur électrique, la mine de crayon est aussi un peu conductrice si elle est en carbone (l'ampoule brille peu).

### Isolant électrique :

- Définition : Un isolant électrique est un matériau qui ne permet pas à la lampe de briller, il empêche le courant électrique de circuler dans le circuit électrique.

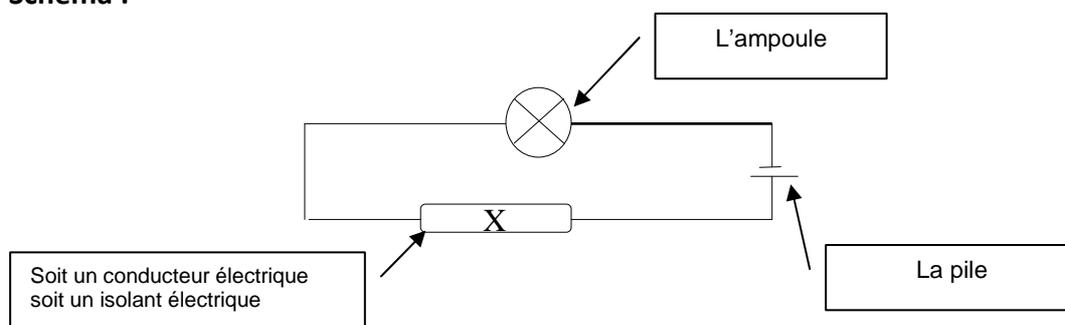
Tous les matériaux non métalliques sont de bons isolants électriques.

## Correction de la fiche n°7 : Résume ce que tu as découvert ?



Comprends  
mieux

Schéma :



**La lampe**  brille.  
 est éteinte.

**Le circuit est**  ouvert.  
 fermé.

**Le matériau X est**  conducteur électrique  
 isolant électrique.

Exemple de matériaux :  
bois, plastique, papier ...

**La lampe**  brille.  
 est éteinte.

**Le circuit est**  ouvert.  
 fermé.

**Le matériau X est**  conducteur électrique.  
 isolant électrique.

Exemple de matériaux :  
métal (ou mine de crayon)

Dans le schéma ci-dessus tout dépend du matériau X :

- Si le matériau **X** est un **conducteur électrique** alors le circuit sera fermé et l'ampoule pourra briller. Tous les objets métalliques sont de bons conducteurs électriques.
- Si le matériau **X** est un **isolant électrique** alors le circuit est ouvert et l'ampoule ne peut pas briller. D'une manière générale, tous les objets qui ne sont pas métalliques sont isolants électriquement : le bois, le plastique, le caoutchouc, le verre ...

## Correction de la fiche n°1 : Observation et manipulation d'un autre jeu



### Docteur Maboul :

#### L'activité :

5. Le but du jeu est d'exercer la dextérité (la justesse dans le geste) des enfants.
6. Les règles de ce jeu : le joueur doit retirer un élément en plastique en utilisant une pince à épiler métallique.
7. Le joueur ne peut pas toucher le bord de la cavité dans laquelle se trouve l'objet car s'il touche le bord, une sonnerie retentit, le nez du patient s'éclaire et le joueur a échoué.
8. Si le joueur ne touche pas le bord de la cavité dans laquelle se trouve l'objet, l'extraction est réussie, aucune sonnerie ne retentit, le nez du patient ne s'éclaire pas et le joueur a réussi son opération.

#### La fabrication du jeu

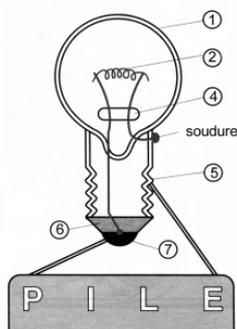
7. Le(s) matériau(x) employé(s) pour la face visible du jeu :
  - a. Le dessin du patient est réalisé sur une feuille en carton et est donc un bon isolant électrique
  - b. Les bords de chacune des cavités dans le corps du patient sont en métal donc conductrices d'électricité
8. Le bout de la pince utilisée pour extraire les objets est métallique donc conductrice
9. L'objet à extraire est en plastique, donc isolant, pour ne pas déclencher l'alarme quand le joueur le saisit avec sa pince
10. Il y a une pile dans ce jeu, elle se trouve dans un boîtier situé en dessous du plateau.
11. Si je démonte le jeu je trouve, coincée entre la feuille de carton et le support en plastique du jeu, une feuille métallique qui relie tous les bords des cavités dans lesquelles il faut enlever l'objet? C'est cette feuille qui « ferme » le circuit électrique lorsque le joueur est maladroit et qui permet donc à l'ampoule de briller et à la sonnerie de retentir.
12. Si j'utilise une pince à épiler en plastique jamais la sonnerie ne retentira et l'ampoule ne brillera : la pince en plastique ne fermera pas le circuit électrique puisque le plastique est bon isolant électrique.

## Correction de la fiche n°2 : L'ampoule électrique



Va plus loin

Voici l'intérieur de l'ampoule électrique :



- 8) L'ampoule en verre
- 9) Le filament (métallique)
- 10) Le support (métallique) du filament
- 11) La perle de verre
- 12) Le culot ou vis en laiton (métal)
- 13) L'isolant (non métallique)
- 14) Le plot (métal)

Les 7 constituants de l'ampoule électrique peuvent se classer en deux catégories (conducteurs ou isolants) :

Conducteurs électriques	Isolants électriques
Le filament (métallique)	L'ampoule en verre
Le support (métallique) du filament	La perle de verre
Le culot ou vis en laiton (métal)	L'isolant (non métallique)
Le plot (métal)	



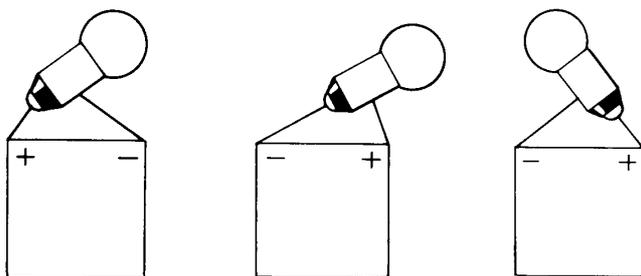
Le courant électrique va donc pouvoir circuler le long du chemin formé par les conducteurs électriques (filament, support du filament, culot ou vis en laiton, plot) et ne traversera pas les isolants (ampoule en verre, perle de verre, isolant).

Correction de la fiche n°3 : Que se passe-t-il quand tu mets l'ampoule électrique en contact avec les bornes de la pile de 4,5V ?

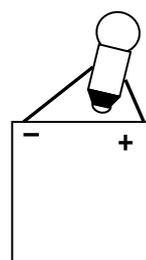


Essaie les différentes possibilités et constate si l'ampoule brille :

L'ampoule **brille** pour toutes ces connexions :



Connexion pour laquelle l'ampoule **ne brille pas** :



Si tu ne comprends pas pourquoi l'ampoule brille ou ne brille pas, consulte la fiche n°2  et réalise le classement proposé.

## Correction de la fiche n°4 : Pourquoi l'ampoule brille-t-elle ?

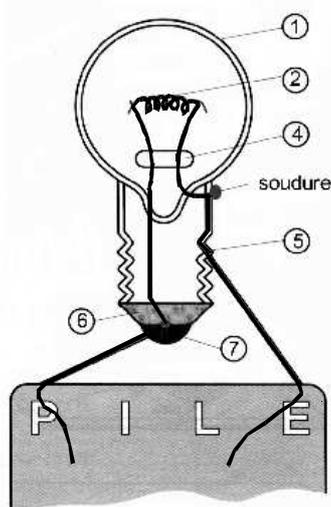


Quand nous connectons l'ampoule à la pile de 4,5V l'ampoule brille parce que le filament chauffe très fort (plus environ 2500 degrés Celsius).

Le filament chauffe parce qu'il est traversé par un courant électrique. Le courant électrique est constitué d'*électrons* qui se déplacent dans les parties conductrices de l'ampoule.

Les électrons vont de la borne négative\* de la pile vers la borne positive\* en passant par les parties métalliques.

Le trajet suivi par le courant électrique est le suivant :



\*Tu ne sais pas où se trouvent les bornes d'une pile ? Consulte les fiches 5 et 6 .

## Correction de la fiche n°7 : Les dangers de l'électricité !



Va plus loin

Voici l'**expérience** que tu peux réaliser :

1. Pose quelques fils de tampon Jex (assez fins) dans le fond d'une assiette;
2. Prends la pile (4,5V ou de 1,5V) et approche les deux bornes de la pile d'un fil de tampon Jex. Lorsque les deux bornes touchent en même temps le fil de laine de fer; celui-ci se met à chauffer et presque instantanément brûle !
  - Si tu utilises une pile de 4,5V il est très facile de mettre ses bornes en contact avec un fil de fer.
  - Par contre si tu utilises une pile crayon (de 1,5V par exemple) tu dois fixer à chaque borne de la pile un petit fil électrique) Ce sont ces deux fils conducteurs qui te permettront de toucher en même temps les deux extrémités du fil de la laine de fer.



Attention aux doigts ! La paille de fer est très chaude, elle peut brûler !

### Constations :

Le fil de laine de fer brûle presque instantanément.

### Pourquoi ?

Le fil brûle car la pile fait circuler un courant électrique dans ce fil qui est fin.

Pour comprendre pourquoi le fil chauffe, imagine des personnes qui courent dans un couloir. Plus le couloir est étroit, plus les personnes vont se frotter les unes aux autres en courant. Or, tu sais que quand il y a frottement, il y a aussi échauffement (frotte tes deux mains l'une contre l'autre, elles chauffent !). Pour le fil de laine de fer qui est dans l'assiette, c'est la même chose, le courant électrique qui y circule le fait chauffer et cela tellement fort qu'il brûle et se casse.

### Application :

#### Les fusibles



Pour éviter les incendies dans les maisons on place dans le tableau électrique des fusibles. Le fusible est un fil très fin qui est calibré pour laisser passer un courant électrique. Si pour une raison ou une autre, le courant devient plus fort, le fusible fond, donc ouvre le circuit électrique de la maison et protège l'installation de tout risque d'incendie. Le fusible joue le rôle d'interrupteur.

#### Les disjoncteurs



Le fusible a un inconvénient, quand il s'est cassé il doit être remplacé. Les disjoncteurs évitent ce désagrément tout en remplissant la même fonction que les fusibles. Une fois le problème diagnostiqué et réparé, il suffit réenclencher le disjoncteur et le circuit est à nouveau fermé.



Fusibles et disjoncteurs sont groupés dans le tableau électrique de la maison. Celui-ci se trouve généralement dans le garage, la cave ou le hall d'entrée de la maison.

Si tu ne sais pas dénuder un fil électrique, consulte la fiche n°1 

Si tu ne sais pas comment fixer les fils électriques sur les deux bornes de la pile, consulte la fiche n°3 

## ANNEXE 6 – Dossier Enseignant (Energie)

### Sommaire

Introduction.....	1
1.1. Les compétences visées .....	1
1.2. Les paramètres variables :.....	2
1.3. Les trois versions « moteur », « dynamo » et « ventilateur » .....	3
1.4. Le défi .....	5
1.5. Les outils mis à la disposition des élèves sont : .....	5
1.6. Les deux dessins individuels, le dessin de groupe et le dessin de synthèse.....	5
1.7. Le diagnostic des élèves « Je me pose des questions » .....	6
1.8. Les fiches d'aide .....	7
1.9. Le matériel.....	7
1.10. Le timing.....	8
1. Quelques notions théoriques.....	9
2.1. La notion d'énergie .....	9
2.2. Conservation de l'énergie .....	11
2.3. Unité d'énergie sans le Système International .....	11
2.4. La LED .....	12
2.5. Les moteurs électriques .....	13
2.6. La lampe dynamo et la dynamo de bicyclette .....	14
2.7. Le moteur employé comme générateur de courant.....	15
2.8. L'ampoule alimentée par le moteur la dynamo ou le ventilateur .....	15
2. Quelques préconceptions erronées repérées.....	16
3. Les fiches de remédiation (appelées fiches d'aide pour les élèves) .....	17
4.1. Les fiches <i>construction proprement dite</i> .....	17
4.2. Les fiches <i>organisation et choix des paramètres</i> .....	19
4.3. Les fiches <i>concepts</i> .....	20
4.4. Les fiches <i>pannes</i> .....	25
4.5. Les fiches <i>pour aller plus loin</i> .....	25
4. La synthèse - le concept d'énergie.....	26
5. Le matériel.....	30
Bibliographie et sites Internet.....	31
Annexe : Synthèse du concept d'énergie.....	33

## Introduction

La construction, par les élèves, d'une mini-éolienne a comme avantage de mettre en évidence la chaîne<sup>12</sup> d'objets qui interagissent. L'énergie pourra être comparée à une sorte de « monnaie d'échange commune entre les phénomènes physiques. Ces échanges sont contrôlés par les lois et les principes de la thermodynamique<sup>13</sup> » entre les différents éléments. La notion d'énergie peut alors être introduite en tant que concept universel et non pas sous une étiquette particulière (cinétique, potentielle, électrique...). Il ne s'agit bien évidemment que d'une première approche qui devra être consolidée de manière récurrente tout au long du cursus de l'élève.

### 1.1. Les compétences visées

Par le biais de la construction de la mini-éolienne, les savoir-faire visés sont, comme dans le cas de la construction du jeu *électro* :

Compétences disciplinaires :

- L'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices susceptibles d'influencer la situation envisagée.
- Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme. Imaginer et construire un dispositif expérimental simple.
- Comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique.
- Schématiser une situation expérimentale.
- Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés.
- Valider des résultats de recherche.
- Elaborer un concept, un principe.

Compétences transversales :

- Démarches mentales : saisir, traiter, mémoriser, utiliser et communiquer l'information.
- Manières d'apprendre : réflexion sur la méthode de travail, planifier une activité, utiliser des outils de travail, des documents de référence.
- Attitudes relationnelles : se connaître, prendre confiance, connaître les autres et accepter les différences.

<sup>12</sup> Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire – thème 6 – Cours de sciences au 1<sup>er</sup> degré – AGERS

<sup>13</sup> <http://fr.wikipedia.org>

Par le biais de la construction de la mini-éolienne, les savoirs visés sont :

L'énergie :

Généralités :

- Transformation d'une énergie en une autre (pas de relevé exhaustif).

L'électricité :

- L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie.

## 1.2. Les paramètres variables :

Afin de permettre aux élèves d'expérimenter la démarche scientifique et de tester l'influence de différents paramètres liés aux composants utilisés (moteurs, hélices, ampoules, souffleries), les éléments de l'éolienne sont variés : une petite ampoule classique et une LED (importance de la consommation électrique) ; l'hélice en papier cartonné, l'hélice d'aéromodélisme et l'hélice d'un ventilateur d'ordinateur (influence de la taille des pales) ; la dynamo de bicyclette, un moteur différent et le moteur attaché au ventilateur (difficulté de mettre l'arbre en mouvement) ; deux souffleries sur le sèche-cheveux (effet de la vitesse du vent).

Premier paramètre : le système d'entraînement

Il y a trois versions possibles pour la construction de l'éolienne : la version que nous appellerons « dynamo » fonctionne avec une dynamo de bicyclette, la version « moteur » qui fonctionne avec un mini-moteur électrique et la version « ventilateur ». Les élèves sont libres de choisir la version qui leur convient le mieux. Mais une fois ce choix effectué, sous l'effet de contraintes purement matérielles, le type d'hélice sera choisi aussi. Seule une hélice en carton pourra être fixée sur la dynamo, pour autant que l'élève lui donne les bonnes dimensions. L'arbre du mini-moteur électrique ne pourra accepter que l'hélice d'aéromodélisme alors que le moteur et l'hélice du ventilateur sont déjà fixés ensemble.

Deuxième paramètre : l'hélice

Il y a trois types d'hélices, l'hélice d'aéromodélisme en plastique, l'hélice en carton que l'élève doit confectionner lui-même (dans la boîte de matériel, un morceau de carton interpelle justement l'élève à ce sujet) et l'hélice du ventilateur (les pales sont différentes de l'hélice d'aéromodélisme). Comme nous venons de le dire dans le paragraphe précédent, le type d'hélice (carton ou plastique ou ventilateur) est imposé par le choix du système d'entraînement.

Troisième paramètre : le système d'éclairage à alimenter

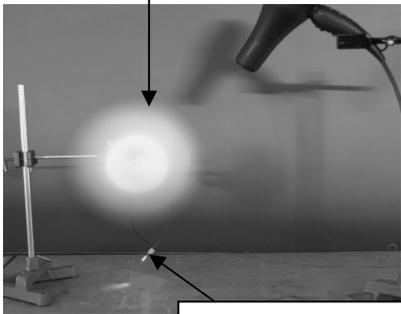
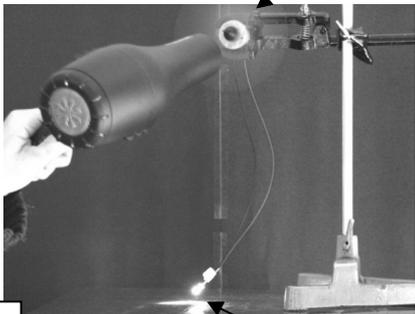
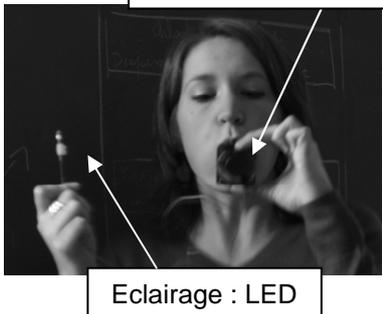
Une petite ampoule à filament (3,5V) et une LED (ampoule à faible consommation énergétique) sont proposées. Seule la LED pourra briller avec le système construit. Il faudrait un multiplicateur de vitesse pour faire briller l'ampoule classique. Le moteur présent dans la valisette et le ventilateur fournissent un courant continu, il faudra donc que la diode soit branchée dans le bon sens. L'utilisation de cette lampe un peu spéciale peut sembler être un inconvénient mais c'est, pour les élèves, l'occasion de découvrir une lampe qui fait, pour des raisons d'économie, son apparition dans un nombre de plus en plus grand d'applications. Les élèves qui choisissent l'option « dynamo » ne rencontrent pas ce problème puisque la dynamo fournit un courant alternatif.

Quatrième paramètre : la ventilation

La puissance de l'éolienne est fonction du cube de la vitesse du vent. Il faut donc un sèche-cheveux suffisamment puissant : les modèles à une seule vitesse de soufflerie sont parfois insuffisants.

### 1.3. Les trois versions « moteur », « dynamo » et « ventilateur »

L'idéal serait que les trois versions soient choisies par la classe de manière à confronter les dispositifs. Chacune de ces trois possibilités a ses propres avantages et ... inconvénients.

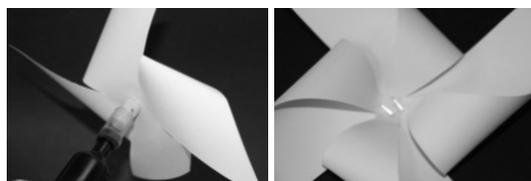
Version <i>dynamo</i>	Version <i>moteur</i>	Version <i>ventilateur</i>
<p>Hélice en carton</p>  <p>Eclairage : LED</p>	<p>Hélice d'aéromodélisme</p>  <p>Eclairage : LED</p>	<p>Ventilateur d'ordinateur</p>  <p>Eclairage : LED</p>
<p>Générateur de courant (derrière l'hélice) : dynamo de bicyclette</p>	<p>Générateur de courant (derrière l'hélice) : moteur électrique</p>	<p>Générateur de courant (au centre du ventilateur) : ventilateur d'ordinateur</p>

⚠ Les élèves qui travaillent avec la version « moteur » doivent être soigneux et respectueux du matériel. En effet, il s'agit d'un matériel fragile du fait de toutes les contraintes physiques. L'axe du moteur ne doit pas être tordu, les pieds des LED ainsi que leurs supports sont fragiles. L'hélice en plastique doit être fixée et enlevée en étant maintenue par le centre et non par les extrémités (dans ce cas elle se déforme). Ces contraintes, que les élèves motivés et soigneux respectent sans problème, sont contrebalancées par les avantages de ce dispositif : quatre paramètres possibles. Il faudra donc que les élèves fassent preuve d'organisation (plan d'action), de rigueur (faire varier un seul paramètre à la fois), de bon sens (choix d'un paramètre plutôt qu'un autre) et de respect du matériel pour parvenir à relever le défi.

Les élèves qui ont choisi la version « ventilateur » doivent aussi travailler soigneusement : les LED, leurs fixations et les fils de connexion liés au ventilateur sont fragiles. Il est parfois bon de rappeler aux élèves qu'il ne faut pas couper ces fils, qu'ils seront utiles.

Les élèves qui ont choisi la version « dynamo » travaillent avec un matériel qui, mis à part les LED, est plus solide. La dynamo ne risque, en principe, aucun dégât, la fixation de l'hélice avec le bouchon est solide aussi.

Il faut cependant prendre la précaution de fixer l'hélice avec deux points d'attache (avec un seul point, elle tourne sous l'effet de la ventilation mais n'entraîne pas le bouchon et donc la dynamo), avec une agrafeuse par exemple :



Cette fixation peut se révéler délicate si l'élève utilise lui-même l'agrafeuse (voir fiche n°5). Il est possible d'éviter ce risque en fixant l'hélice en carton avec deux punaises, mais le système ne doit pas être trop lourd.

Pour cette option aussi, les compétences sollicitées chez les élèves sont multiples. Elles vont des compétences nécessaires à toute démarche scientifique : organisation, rigueur et bon sens aux compétences manuelles de découpage ! Les élèves découperont certainement des différentes formes d'hélices !

Enfin, les deux fils de la LED sont reliés aux deux bornes de la dynamo.





Les deux thèmes (énergie et électricité) sont tout à fait indépendants mais leurs organisations sont identiques. Nous reprenons donc ici les lignes directrices de l'organisation présentées dans le cas du jeu *électro*. Pour les enseignants qui ont travaillé avec leurs élèves la construction du jeu *électro*, il y aura donc quelques redites dans les paragraphes qui suivent alors que pour les enseignants qui ont choisi uniquement la construction de la mini-éolienne il s'agira d'une première lecture.

#### 1.4. Le défi

Les questions d'énergie sont et seront, dans les années à venir, de plus en plus cruciales, il faudra rapidement trouver des solutions alternatives à la crise du pétrole. Les éoliennes qui fleurissent dans notre paysage, font partie du panel de solution à mettre en place ! Comprendre leur principe général de fonctionnement peut être intéressant pour les élèves en tant que futurs citoyens.

#### 1.5. Les outils mis à la disposition des élèves sont :

- différents petits dossiers contenant des informations pratiques sur les éoliennes, les centrales électriques, ... ;
- un dictionnaire, un lexique ;
- des fiches de travail : la grille d'autodiagnostic (*Je me pose des questions*) et des fiches de remédiation ;
- l'inventaire et le matériel.

#### 1.6. Les deux dessins individuels, le dessin de groupe et le dessin de synthèse



Contrairement à celle du jeu de l'électro, la schématisation de l'éolienne n'a pas de sens. Les élèves travailleront donc à partir de dessins et non de schémas.

La nécessité des dessins se justifie de deux manières :

- avant toute construction d'un dispositif, quel qu'il soit, il faut réfléchir et faire un plan. Ce premier dessin est là pour que les élèves en prennent bien conscience ;
- la comparaison de ces dessins (avant et après construction) permettra aux élèves de prendre conscience de l'évolution de leurs connaissances personnelles.

Les élèves sont invités à faire un premier dessin individuel de l'éolienne avant de la construire et par la même occasion, à lister le matériel nécessaire à sa construction. Ce premier dessin permet de fixer les connaissances de l'élève avant qu'il ne commence la construction.

Ensuite, après avoir formé les groupes, discuté et argumenté, les élèves se mettent d'accord sur un dessin commun et sur une nouvelle liste de matériel. Ce sera ce dessin qui servira de base à la construction proprement dite.

Une fois l'éolienne construite, chaque élève réalise à nouveau son dessin personnel.

La comparaison des dessins individuels « avant » et « après » permet à l'élève de mesurer si une évolution s'est amorcée dans ses représentations. Si une progression est observée, il pourra examiner dans quel sens ces changements se sont opérés tandis que si aucune évolution n'est constatée, il s'agira de comprendre pourquoi.



Les dessins sont les seules étapes imposées aux élèves, la réflexion est menée par chaque groupe, indépendamment de celle des autres groupes.

### 1.7. Le diagnostic des élèves « Je me pose des questions »



La fiche d'autodiagnostic permet aux élèves de sérier les difficultés rencontrées au moment où elles apparaissent. Il faut inciter les élèves à la consulter à tout moment.

Cette fiche est composée de différentes « marguerites ». Chaque *marguerite* est repérée par un logo différent et correspond à un type particulier de difficulté susceptible de poser problème à l'élève. Ainsi, si la difficulté est de l'ordre de la construction pure de l'éolienne, l'élève situe sa question dans la « marguerite » repérée par le logo de la main qui tient une *clé anglaise* . Chaque fiche d'aide répondant à la difficulté ciblée présentera le même logo que la difficulté, en l'occurrence ici la *clé anglaise*. Si la difficulté est de l'ordre du choix du matériel la *marguerite* à consulter est la *marguerite* identifiée par le personnage qui se pose une question quant au *choix de la direction à prendre*. Si l'élève se pose des questions sur l'utilisation du moteur en tant que générateur de courant ou sur le concept d'énergie, il consultera la *marguerite* verte dont le centre est un personnage qui *regarde à la loupe* . Si l'éolienne ne permet pas d'alimenter la LED, l'élève cherchera à identifier la panne dans la *marguerite* du *diable* . Finalement, l'élève qui aurait fini avant les autres peut approfondir certains composants grâce à la *marguerite* blanche avec le personnage qui franchit la *ligne d'arrivée*.

## 1.8. Les fiches d'aide

Ces fiches proposent des activités ou réflexions qui permettent à l'élève de surpasser la difficulté rencontrée à ce moment spécifiquement. Aucune fiche ne donnera LA solution pour construire l'éolienne mais chacune complète les autres de manière à pallier, normalement, à toutes les difficultés des élèves.

Ainsi les fiches repérées par la main qui tient la *clé anglaise* donnent des conseils pragmatiques comme par exemple fixer la LED sur son support. Les fiches dont le logo est le personnage qui doit choisir *la direction à prendre* proposent des comparaisons, des classifications pour choisir dans le matériel proposé : entre moteur et dynamo, hélice carton ou hélice d'aéromodélisme, entre les systèmes d'entraînement, ... Les fiches marquées du personnage *qui regarde à la loupe* permettent à l'élève d'appréhender la notion d'énergie, les différentes formes (mécanique, électrique, lumineuse, thermique...) ainsi que ses transformations dans le cas de l'éolienne. Les fiches qui permettent à l'élève de diagnostiquer une panne et d'y remédier sont les fiches marquées par le petit *diable*. Enfin les fiches comportant le logo du personnage *qui passe la ligne d'arrivée* permettent aux élèves qui ont fini la construction d'aller plus loin dans l'étude de certains composants comme, par exemple, de constater que les éléments essentiels de la dynamo de bicyclette, du moteur ou de la lampe dynamo sont identiques et ainsi d'entrevoir une ébauche de réponse à la question : pourquoi il utilise-t-on un moteur comme générateur de courant électrique ?

## 1.9. Le matériel

Le matériel nécessaire peut se classer en trois catégories :

- le matériel individuel<sup>14</sup> à chaque groupe qui se trouve dans le coffret ;
- le matériel commun, déposé par l'enseignant au centre de la classe ;
- le matériel que les élèves apporteront eux-mêmes.

Le coffret contient les éléments essentiels à savoir : une hélice d'aéromodélisme en plastique, deux lampes (une petite ampoule classique et une LED) et leurs supports respectifs, un moteur électrique, du fil électrique avec gaine plastique (à dénuder).

L'enseignant dispose sur une table au centre de la classe :

- trois dynamos de bicyclette ;

---

<sup>14</sup> Nous conseillons de ne pas laisser le matériel prévu pour le jeu électro dans le matériel individuel : en effet la pile perturbe les élèves qui veulent l'utiliser comme source de courant ... Les piles feront donc partie uniquement du matériel disponible près de l'enseignant.

- une lampe dynamo
- trois systèmes de ventilation d'ordinateur ;
- trois piles qu'il faudra recharger (pour vérifier au besoin l'état de l'ampoule, du moteur ou du ventilateur) ;
- trois pinces à dénuder ;
- trois tournevis ;
- un sèche-cheveux ;
- trois bouchons en liège et trois petits tuyaux en plastique (pour réaliser le support de l'hélice en papier)
- les dossiers à imprimer faisant partie du matériel livré avec les coffrets.

Les élèves seront chargés d'apporter un sèche-cheveux (un par groupe), des pinces à dénuder et des tournevis s'ils en ont chez eux, une paire de ciseaux, de la colle, du papier collant, des punaises, des trombones.

L'enseignant prévoit aussi sur la table :

- des rallonges électriques pour aller des prises de courant du local vers les différents bancs ;
- deux dictionnaires ;
- éventuellement, des statif, noix et système de fixation (bien que ce ne soit pas un élément important à la construction, les élèves insistent souvent pour construire un mât à leur éolienne) ;
- une grosse agrafeuse permettant de fixer des agrafes dans un mur ou alors des agrafes et un marteau (pour fixer l'hélice en papier) ;
- des feuilles A4 cartonnées (pour l'hélice en papier).

Il est important que les élèves gardent des traces écrites de certaines réflexions, choix ou questions. Il est donc bon qu'ils prévoient soit un petit cahier d'expériences (appelé aussi carnet de bord), soit des feuilles de classe.

### **1.10. Le timing**

Suivant l'objectif visé et suivant les disponibilités, il est conseillé de prévoir environ quatre ou cinq périodes :

- 1<sup>e</sup> période : annonce du défi, premier dessin individuel, dessin par groupe ;

- 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> périodes : présentation des outils (grille d'autodiagnostic, les fiches d'aide et du lexique) premiers essais avec le matériel et construction proprement dite de l'éolienne ;
- 4<sup>e</sup> période : deuxième dessin individuel, comparaison des deux dessins et synthèse ;

## 1. Quelques notions théoriques

### 2.3. La notion d'énergie

La notion d'énergie<sup>15</sup> n'est pas facile à enseigner aux élèves car il s'agit d'un concept qui est l'un des plus « abstraits et des plus multiformes de la science »<sup>16</sup>. Ce terme d'« énergie » n'est d'ailleurs apparu que tardivement dans la littérature scientifique. Ainsi le mot « energy » (introduit par T. Young) date du 1807, il ne sera employé à la place du mot « force » qu'en 1850 (par W. Thomson). Le mot « énergie » n'apparaîtra qu'en 1875 dans la littérature scientifique française !

L'énergie est nécessaire chaque fois que l'on souhaite « réaliser un événement non réalisable de manière immédiate »<sup>17</sup> (par exemple : faire briller une lampe, faire rouler une voiture, faire cuire un aliment...). Ce concept permet d'expliquer les différents échanges qui existent entre les objets qui interagissent entre eux.

En aidant les élèves à se représenter le montage expérimental comme une *chaîne*<sup>18</sup> d'objets qui interagissent entre eux, il est possible d'introduire, de manière superficielle certes mais correcte, la notion d'énergie. Il ne s'agit bien évidemment que d'une première approche qui devra être consolidée de manière récurrente par la suite dans le cursus de l'élève.

L'avantage d'étudier un système complexe tel que celui proposé aux élèves est de pouvoir amener la notion d'énergie comme un concept universel, et non pas de le particulariser comme étant soit de l'énergie cinétique soit de l'énergie potentielle.

L'élève considère donc le montage qu'il a réalisé comme une chaîne d'objets qu'il dessine tout d'abord de manière exclusivement figurative. Tous ces objets mis bout à bout seront capables, en fin de chaîne, de produire l'effet voulu ici : allumer une petite lampe.

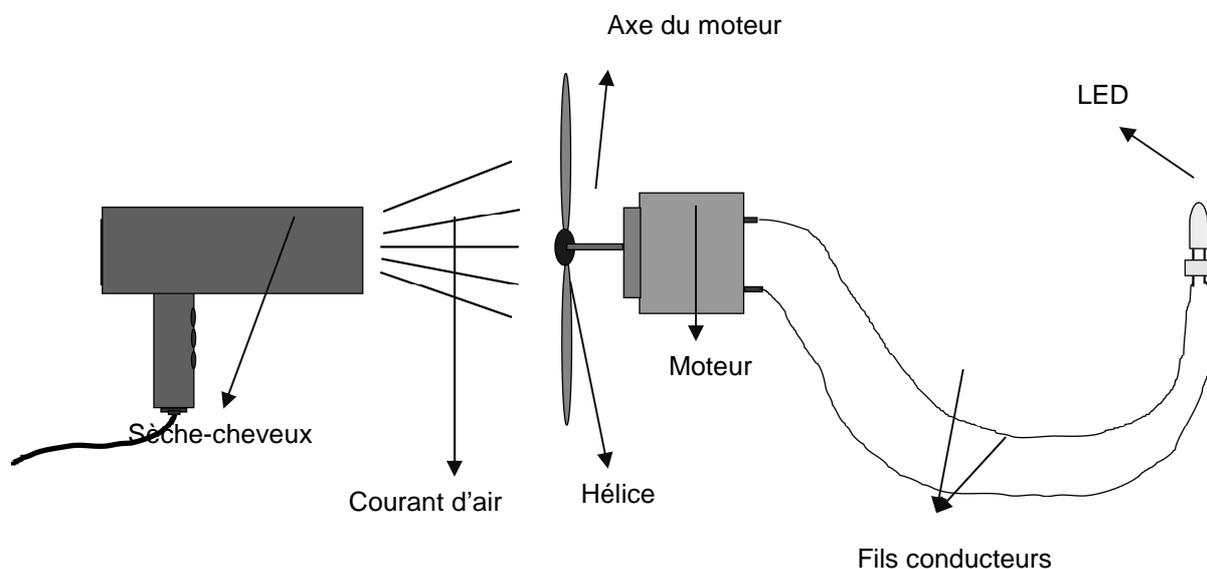
<sup>15</sup> Le mot énergie provient du grec (*energeia*) qui signifie « force en action » par opposition à *dynamis* qui lui signifie « force en mouvement ».

<sup>16</sup> Physique fondamentale et énergétique : les multiples visages de l'énergie – R. Balian – Académie des Sciences.

<sup>17</sup> Construire des concepts en physique – G. Lemeignan, A. Weil-Barais – Hachette Education – 1993.

<sup>18</sup> Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire – thème 6 – Cours de sciences au 1<sup>er</sup> degré – Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (voir aussi : Construire des concepts en physique – G. Lemeignan, A. Weil-Barais – Hachette Education – 1993).

Voici un des dessins possibles :

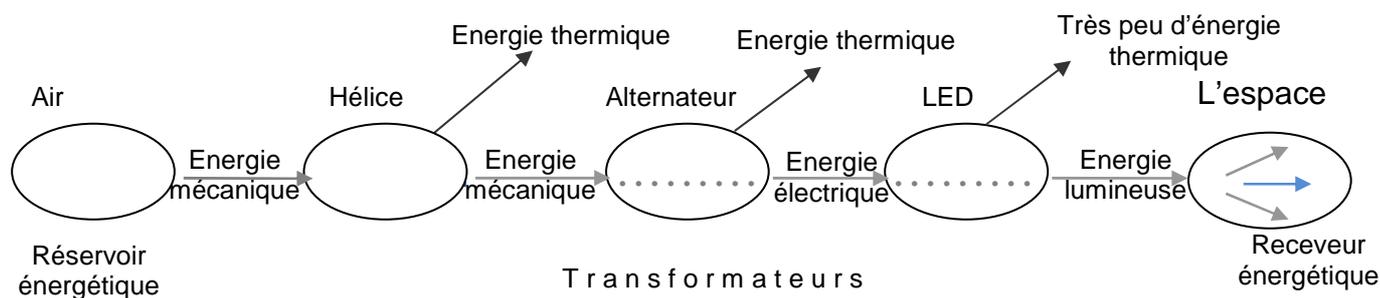


Dans ce montage, le sèche-cheveux met l'air en mouvement, le vent fait tourner l'hélice, l'hélice fait l'arbre du générateur et l'arbre du générateur fait tourner le bobinage du générateur. Dans chacune de ces étapes, de l'énergie mécanique est fournie par un maillon de la chaîne d'objets qui est ensuite cédée au maillon suivant. L'alternateur fournit de l'énergie électrique au circuit électrique qui va l'amener à l'ampoule. Celle-ci la transformera en énergie lumineuse au milieu extérieur. Toutes ces transformations sont malheureusement accompagnées d'une perte d'énergie sous forme de chaleur (d'énergie calorifique).

**i** Il est évidemment possible de remonter plus en amont et de discuter aussi de la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique dans le sèche-cheveux. Mais alors qu'il est également possible de remonter jusqu'à la centrale électrique !

L'exemple donné permet aux élèves de clarifier les notions de sources ou réservoirs, de transformateurs, de récepteurs, ou encore de types d'énergie. Il les notera sur différentes chaînes d'objets. Dans la dernière chaîne, la chaîne des « transfert d'énergie », l'élève prend conscience du concept d'énergie, mais aussi de ses transferts ou encore de ses transformations lors du passage par les différents objets de la chaîne.

Dans notre cas<sup>19</sup> :



## 2.4. Conservation de l'énergie

Un des grands principes de conservation est celui de la conservation de l'énergie. Il est possible de résumer ce principe en disant : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». Cela signifie que l'énergie ne disparaît pas et ne se crée pas à partir de rien, mais qu'elle se transforme (passe d'une forme à une autre) ou se transfère (d'une partie du système à une autre partie). Ainsi dans le cas de la mini-éolienne construite par les élèves, le système possède au départ une certaine quantité d'énergie (l'énergie mécanique fournie par le sèche-cheveux à l'air ambiant). Après les différentes transformations, cette énergie se retrouve dans sa totalité. La nuance est qu'elle ne va pas se retrouver uniquement sous forme lumineuse, comme on l'aimerait, mais une partie de cette énergie de départ se retrouve sous forme calorifique (par exemple dans les frottements dans le générateur, par effet Joule dans les différents conducteurs, dans le filament de l'ampoule qui chauffe).

Cette quantité d'énergie dissipée est inévitable, on peut simplement la minimiser en trouvant le matériel le plus approprié possible, en choisissant la LED par exemple au lieu de l'ampoule classique. Il faut donc toujours avoir en tête que toute l'énergie fournie au départ se retrouve dans son intégralité à l'arrivée, mais probablement sous différentes formes dont certaines non voulues, ou non utilisables.

## 2.5. Unité d'énergie sans le Système International

Dans le SI, l'énergie, tout comme le travail physique, se mesure en Joule.

Dans la vie quotidienne, un Joule correspond par exemple approximativement :

- à l'énergie nécessaire pour élever d'un mètre une pomme de 100 grammes sur la Terre ;

<sup>19</sup> Nous l'avons déjà signalé deux fois : le sèche-cheveux fournit de l'énergie thermique, c'est son but dans la vie quotidienne ... mais pas utile dans notre cas !

- à l'énergie produite sous forme de chaleur en un centième de seconde par une personne au repos ;
- à l'énergie nécessaire pour augmenter de un degré Celsius la température d'un gramme d'air sec ;
- au travail effectué par le cœur au cours de chaque battement.

## 2.6. La LED

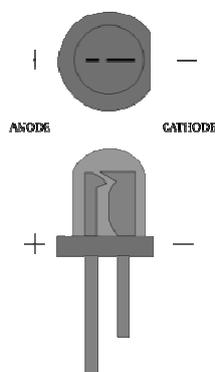
La LED est un composé électronique récent qui émet de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant.

On l'appelle LED (pour en anglais : *light-emitting diode*) ou moins couramment DEL (pour la traduction française : diode électroluminescente).

*Qu'est-ce qu'une diode ?* Le mot diode vient du grec : *di* deux, double ; *hodos* voie, chemin. La particularité d'une diode est son branchement : la diode laisse passer le courant électrique dans un sens (on appelle ce sens le sens passant) et arrête le courant dans l'autre sens (on appelle ce sens le sens bloquant). Le sens de branchement de la diode a donc une importance pour le fonctionnement du montage.

Cette particularité provient de la matière qui constitue ce composant : il s'agit d'un semi-conducteur. Comme son nom l'indique sa conductivité (la capacité à laisser passer le courant) se situe entre celles des conducteurs et celles des isolants. Ces matériaux sont donc intéressants car ils permettent de contrôler l'intensité du courant, voire même le sens.

Ampoule de la LED

Vue du haut et de profil  
d'une LED

Symbole



Le symbole est une flèche qui montre le sens dans lequel le composant laisse passer le courant.

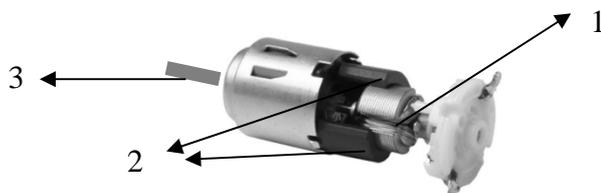
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode %C3%A9lectroluminescente](http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_%C3%A9lectroluminescente)



Nous utilisons la LED comme moyen d'éclairage uniquement parce qu'elle est moins gourmande en énergie qu'une autre ampoule électrique et non pas pour les propriétés particulières que nous venons de citer.

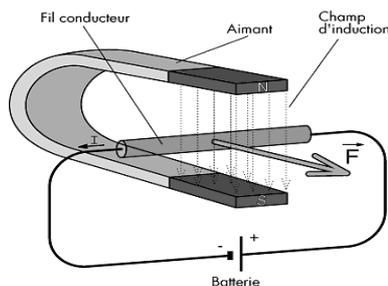
## 2.7. Les moteurs électriques

Le moteur électrique est une machine qui transforme l'énergie électrique (fournie par une batterie ou le secteur) en énergie mécanique (la rotation) ; il est essentiellement constitué de trois éléments importants : un bobinage<sup>20</sup> électrique (1), un aimant (2) et un axe (3) qui sort du moteur.



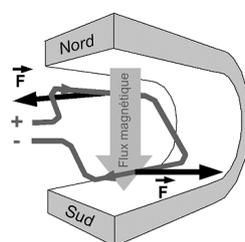
La schématisation suivante simplifie sa représentation. Lorsqu'un courant électrique apparaît dans une portion de fil électrique situé dans le champ magnétique créé par un aimant, une force apparaît. Il est important de comprendre que c'est la présence simultanée du courant électrique et du champ magnétique qui fait apparaître cette force (notée F) :

<sup>20</sup> Le bobinage électrique peut être comparé à une bobine de fil à coudre dans laquelle le fil est remplacé par un fil électrique – qui laisse passer le courant. L'intérêt du bobinage est que, sur peu de place, on peut enrouler un long fil et donc augmenter l'effet souhaité.



<http://www.educauto.org/Documents/Tech/ANFA-VE/Originaux/electromagnetique.gif>

Si on place une spire (une boucle) conductrice, le même phénomène apparaît mais cette fois, c'est un couple (deux forces égales en intensité, parallèles, mais de sens opposés, comme les forces exercées par deux enfants qui poussent un tourniquet pour le faire tourner) de forces qui fait tourner la spire d'un demi-tour.



<http://www.discip.ac-caen.fr/sti/stibacs/imagesperso/moteur-cc/principe1.gif>

De manière à renforcer l'effet, on augmente le nombre de spires (on place un bobinage) dans un moteur. Ces forces feront tourner le bobinage, d'un demi-tour. Le bobinage entraînera dans sa rotation l'arbre du moteur qui lui est solidaire.

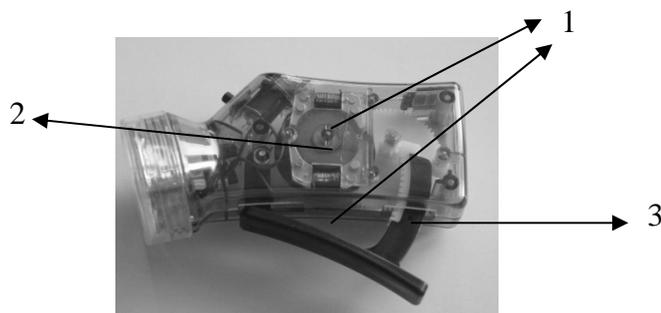
Si le courant est un courant alternatif (le secteur), à chaque alternance, le bobinage tourne d'un demi-tour. Nous ne rentrons pas dans les détails du fonctionnement des moteurs alimentés en courant continu (pile ou batterie) mais sachez que le principe reste le même, mis à part que ces moteurs possèdent une pièce en plus : le collecteur.

Enfin, il est à noter que dans certains moteurs, le bobinage tourne et l'aimant est fixe (comme ci-dessus) alors que dans d'autres le bobinage est fixe et c'est l'aimant qui tourne. A nouveau le principe reste le même.

## 2.8. La lampe dynamo et la dynamo de bicyclette

Le principe de fonctionnement dans la lampe dynamo ou de la dynamo de bicyclette est le principe inverse de celui du moteur : la dynamo transforme l'énergie mécanique (la main qui actionne la manette ou le cycliste qui pédale) en énergie électrique (qui servira à alimenter l'ampoule électrique).

Les éléments essentiels restent donc les mêmes : un bobinage électrique (1), un aimant (2) et une roue dentée (3) qui est actionnée par la main.



Dans l'exemple ci-dessus c'est l'aimant qui bouge (il est solidaire de la roue dentée qui elle-même tourne car elle est solidaire de la manette actionnée par la main) et le bobinage qui est fixe.

### 2.9. Le moteur employé comme générateur de courant

Peut-on employer un moteur comme générateur de courant électrique ? La réponse est oui. Suivons le raisonnement suivant : lorsque l'on fournit du courant électrique à un moteur celui-ci produit un mouvement (l'arbre du moteur tourne). On peut donc imaginer le processus inverse : faire tourner l'arbre du moteur de manière à ce que ce dernier produise un courant électrique. C'est bien ce qui se passe. La contrainte étant que ce courant ainsi produit est assez faible (limité à quelques mA).

### 2.10. L'ampoule alimentée par le moteur la dynamo ou le ventilateur

Raccorder l'ampoule aux bornes du moteur, du ventilateur ou de la dynamo perturbe ceux-ci. Vous pouvez en prendre conscience en faisant l'expérience suivante : faites tourner l'axe du moteur, celui-ci n'étant pas raccordé ; cet axe tourne facilement. Répétez l'opération en ayant, cette fois, relié l'ampoule aux bornes du moteur. Vous constatez que l'arbre tourne plus difficilement. Tout se passe comme si le fait d'ajouter une résistance électrique augmentait la résistance mécanique du système. La justification de ce phénomène physique est compliquée<sup>21</sup>, mais sachez qu'il existe et qu'il est normal.

<sup>21</sup> A vide, il n'y a pas de courant (le circuit électrique n'est pas fermé). Si l'on ferme le circuit en ajoutant un élément (dans notre cas, il s'agit de l'ampoule), le courant électrique circule mais subit une force exercée par le champ magnétique de l'aimant qui contrarie son mouvement.

## 2. Quelques préconceptions erronées repérées

Avant de commencer quelque travail que ce soit, nous avons tous nos préconceptions. Ces préconceptions sont tantôt correctes, tantôt fausses. Certaines de ces préconceptions sur l'énergie ont déjà été mises en évidence<sup>22</sup>.

Le mot *énergie* est connu et fait partie du vocabulaire courant des élèves de 10-14 ans.

Les élèves présentent des conceptions intéressantes sur lesquelles l'enseignant peut prendre appui pour introduire le concept d'énergie :

- Ainsi le fait de raisonner en termes de « posséder », « donner », ou « recevoir » peut faciliter le début de l'apprentissage (même si cette façon de penser entraîne une causalité linéaire, et donc un obstacle pour le concept de force ou de courant électrique par exemple) ;
- les situations qui mettent des forces en mouvement sont facilement identifiées par les élèves comme mettant en jeu de l'énergie ;
- la chaleur et le rayonnement (lorsque leur débit est important) sont bien reconnus ;
- l'énergie cinétique macroscopique est bien reconnue aussi (elle est la cause produisant un effet visible) ;
- les élèves attribuent facilement de l'énergie à des objets plus chauds que l'environnement.

Par contre d'autres représentations seront à dépister et à corriger :

- certains élèves nient la présence d'énergie dans un corps immobile ou dans un combustible ;
- pour d'autres élèves le concept et la source ne sont pas différenciés.

D'autre part, le discours entendu dans la vie quotidienne, à savoir l'épuisement des énergies (non renouvelables), est en contradiction avec le principe de conservation, grand principe en sciences. Cette contradiction ne rend pas aisé l'accès au concept d'énergie qui justement est basé sur le principe de conservation.

Enfin un obstacle à l'apprentissage est que les concepts formels, comme celui de l'énergie, *ne disposent pas de représentation concrète dans le monde réel*<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> Ballini P., Robardet G. et Rolando J.-M.- *L'intuition, obstacle à l'acquisition de concepts scientifiques* – Aster n°24 – 1997

<sup>23</sup> Lemeignan G., Weil-Barais A. – *Construire des concepts en physique* – Hachette Education – 1993

### 3. Les fiches de remédiation (appelées fiches d'aide pour les élèves)

Comme nous l'avons déjà dit dans l'introduction, ces fiches sont classées en cinq catégories. Chacune d'elles est repérée par un logo qui lui est propre et correspond à un objectif spécifique. Dans le cas de la construction de la mini-éolienne :

Logo associé	N° des fiches	Objectif de ces fiches : aider les élèves ...
	1 à 7	... à résoudre certains problèmes spécifiquement manuels (techniques).
	1 à 7	... à organiser le travail et tester les différents paramètres (ampoules, moteurs, dynamo, hélices...).
	1.1, 1.2, 1.3 2.1, 2.2, 2.3 3.1, 3.2, 3.3	... à découvrir certains concepts : différentes énergies, différentes transformations d'énergie, le moteur utilisé comme générateur,...
	1 à 3	... à résoudre certaines pannes.
	1 à 4	Donner aux élèves qui ont fini la construction l'opportunité de pousser la compréhension un peu plus loin.

Comme nous vous l'avons annoncé dans l'introduction générale, plusieurs fiches sont très importantes : les fiches dont le logo est , et les neuf fiches logo .

Elles sont détaillées ci-dessous.

#### 4.1. Les fiches *construction proprement dite*



Comme pour la construction du jeu *électro*, nous ne nous attardons pas sur ces fiches, donnant des conseils pragmatiques et clairs, elles ne posent en général aucun problème aux élèves.

Nous insisterons uniquement sur la fiche n°3 qui présente les LED.

La fiche n°1 explique comment couper et dénuder un fil électrique ;

La fiche n°2 montre comment fixer l'ampoule à incandescence sur son support et comment relier celui-ci au restant du circuit électrique.

La fiche n°3 montre comment fixer la LED sur son support et relier celui-ci au restant du circuit électrique. Cette fiche explique donc comment repérer les deux bornes (pattes) différentes (une petite et une grande) de la LED et comment la connecter correctement au moteur. La LED qui est une lampe très économique et qui pour cette raison voit son utilisation se généraliser ne fonctionne pas de la même façon suivant qu'elle est alimentée en courant continu ou en courant alternatif. En courant continu, elle doit être placée dans le bon sens (sens passant). Dans ce cas, elle laisse passer le courant et brille donc. Dans le cas contraire (sens bloquant) la LED bloque le passage du courant et ne brille donc pas. En courant alternatif (prise de courant par exemple), le courant changeant de sens d'une alternance à l'autre, la LED brillera quelle que soit sa connexion.

- Dans le cas où l'élève utilise le moteur électrique (générateur de courant continu) ou le ventilateur, la connexion a de l'importance.
- Dans le cas où l'élève utilise la dynamo de bicyclette (générateur de courant alternatif), la connexion n'a pas d'importance.

La fiche n°4 explique comment torsader le fil conducteur de manière à avoir un bon contact.

La fiche n°5 explique comment fixer l'hélice en plastique. Il arrive parfois que l'élève place l'hélice sur l'axe du moteur mais que l'hélice, bien que tournant, n'entraîne pas le moteur. Certains élèves ne voient pas de problème dans cette situation, il faut donc leur faire prendre conscience du problème.

La fiche n° 6 explique comment réaliser et fixer l'hélice en papier. La fixation correcte de l'hélice en papier est primordiale pour le bon fonctionnement du système. Attacher l'hélice avec une punaise comme proposé sur certains sites Internet ne suffit pas : l'hélice tourne mais n'entraîne pas le bouchon, qui n'entraîne donc pas la dynamo ! Il faut deux points d'attache, d'où la fixation avec l'agrafe. Si vous estimez qu'il est trop dangereux pour l'élève d'utiliser ce type d'agrafeuse il y a d'autres solutions alternatives : soit vous fixez vous-même l'hélice avec l'agrafeuse, soit l'élève peut fixer l'agrafe avec un marteau, soit l'élève essaie avec deux punaises (attention de ne pas trop alourdir l'ensemble). Dans tous les cas, il faut que l'hélice soit solidaire du bouchon.

La fiche n° 7 aide l'élève à prendre conscience des endroits où il peut raccorder la LED.

#### 4.2. Les fiches *organisation et choix des paramètres*



Ces fiches sont importantes car elles posent les questions essentielles, celles de la démarche expérimentale : identification des différents paramètres et peut-être aussi leur variation. Cette démarche n'est pas évidente pour les élèves qui ont tendance à travailler par tâtonnements ou à l'intuition. Pour l'enseignant il sera important, lors de la mise en commun finale, de s'assurer que les élèves ont bien compris la raison du choix de tel ou tel élément et de son utilité. La construction finale n'étant pas une fin en soi, les différentes phases de découverte sont nécessaires pour amener, pour la première fois certes, les notions de chaîne d'éléments, tous ces éléments étant nécessaires, d'énergie et de transformations d'un type d'énergie en un autre. Donc, lors du débriefing final, il est important de prendre le temps nécessaire pour s'assurer que ces notions sont clairement en place.

La fiche n°1 est importante car permet à l'élève de repérer les parties essentielles de l'éolienne. Le principe de l'éolienne n'est pas évident à comprendre pour les élèves. En effet, si vous laissez la pile dans la boîte de matériel, il se peut qu'un groupe allume la lampe et fasse tourner l'hélice en même temps avec la pile et croie avoir répondu au défi. Dans ce cas, il est important d'insister sur le fait que la pile ne fait pas partie de la construction proprement dite (elle n'est là que pour vérifier le principe du moteur électrique et que la source d'énergie est bien le vent. Les éléments importants sont : les pales, la nacelle qui contient le générateur de courant électrique et le multiplicateur de vitesse, le mât, la girouette et l'anémomètre (appareil qui mesure la vitesse du vent : anémo – mètre). Cependant il est important que les élèves comprennent qu'ils ne vont construire leur mini-éolienne qu'à partir de deux éléments : les pales et le générateur de courant. Les autres éléments sont soit perturbateur (le multiplicateur de vitesse) à cause des forces de frottement qu'il amène, soit accessoires (la girouette et l'anémomètre) pour une construction en laboratoire.

La fiche n°2 permet à l'élève de poser un choix de départ sur les éléments de base de son éolienne, de faire des paris et d'établir une sorte de plan d'action.

Les fiches 3 à 7 permettent à l'élève de passer à la loupe chaque composant, de le tester, d'en examiner les avantages et les inconvénients et d'améliorer le dispositif, jusqu'au succès.

### 4.3. Les fiches *concepts*



! Ces neuf fiches sont construites en parallèle.

Elles sont numérotées par deux chiffres : le premier chiffre correspond à l'objectif (1 → la décomposition des objets qui entrent en jeu dans le mécanisme, 2 → la notion d'action physique, 3 → la notion d'énergie fournie) ; le deuxième chiffre correspond à l'objet choisi (1 → la lampe dynamo, 2 → la dynamo de bicyclette ou 3 → l'éolienne).

Ainsi la fiche 1.3 permet à l'élève de lister les différents objets interagissant dans l'éolienne, la fiche 2.3 passe en revue l'action de chacun de ces objets sur le suivant (toujours dans le cas de l'éolienne) et la fiche 3.3 identifie les différentes énergies mises en jeu pour produire du courant électrique à partir de l'énergie du vent.

Ces fiches ne doivent pas toutes être consultées par le même élève. Il s'agit de trois cas différents qui sont étudiés suivant la même démarche.

Cependant, les élèves n'en n'ayant pas besoin pour leur construction, il est important d'attirer leur attention sur leur présence.

Les fiches n° 1.1, 2.1, 3.1 permettent à l'élève de décomposer la suite des objets qui entrent en jeu dans le mécanisme ainsi que leur action sur l'élément suivant dans la chaîne d'objets.

Dans le cas de la lampe de poche dynamo :

<b>Actions dans le désordre :</b>	<b>Actions dans l'ordre chronologique :</b>
A. La lampe brille et éclaire la pièce.	1 - E
B. Parce que l'aimant tourne, un courant électrique circule dans la petite bobine de fil électrique qui entoure l'aimant.	2 - C
C. La manette a un mouvement de va-et-vient, elle entraîne avec elle des roues dentées.	3 - D
D. Les roues dentées tournent et entraînent une pièce métallique (un aimant) qui tourne aussi.	4 - B
E. J'actionne la manette.	5 - A

Dans le cas de la dynamo de bicyclette :

<b>Actions dans le désordre :</b>	<b>Actions dans l'ordre chronologique :</b>
A. La lampe brille et éclaire la route.	1 - C
B. Je pédale.	2 - B
C. Avant de démarrer, je mets la dynamo en contact avec la roue.	3 - F
D. L'axe de la dynamo tourne.	4 - E
E. La roue tourne.	5 - G
F. Le pédalier entraîne la roue.	6 - H
G. La roue entraîne la molette de la dynamo.	7 - D
H. La molette entraîne l'axe de la dynamo.	8 - I
I. La dynamo produit un courant électrique.	9 - A

Dans le cas de l'éolienne :

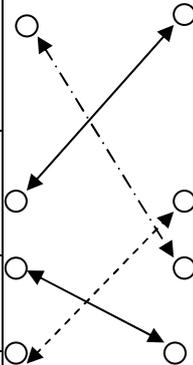
Dans le désordre :
A. L'hélice se met à tourner et entraîne l'arbre du générateur électrique.
B. Le générateur électrique produit de l'électricité.
C. Le sèche-cheveux chasse l'air vers l'hélice.
D. L'ampoule brille.
E. Les fils conducteurs permettent au courant de circuler jusqu'à l'ampoule.

Dans l'ordre chronologique :
1 - C
2 - A
3 - B
4 - E
5 - D

Les fiches n° 1.2, 2.2 et 3.2 permettent à l'élève d'associer aux différentes actions les énergies qui leur correspondent.

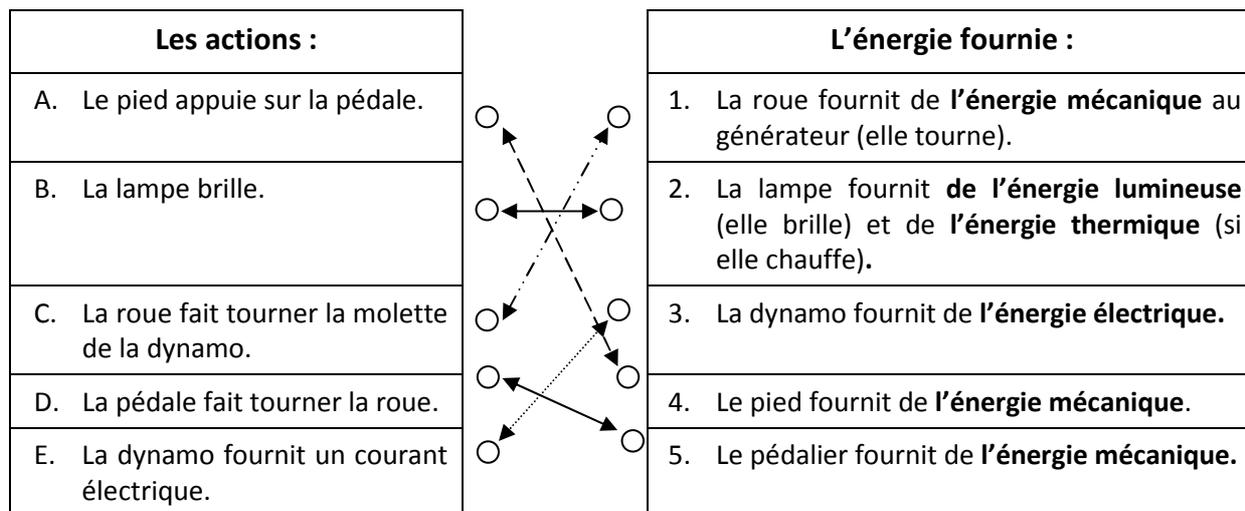
Dans le cas de la lampe de poche dynamo :

Les actions :
A. L'ensemble « aimant et bobine de fil électrique » (générateur électrique) produit un courant électrique.
B. La manivelle entraîne dans son mouvement l'aimant qui tourne.
C. La main fait tourner la manivelle.
D. La lampe brille.

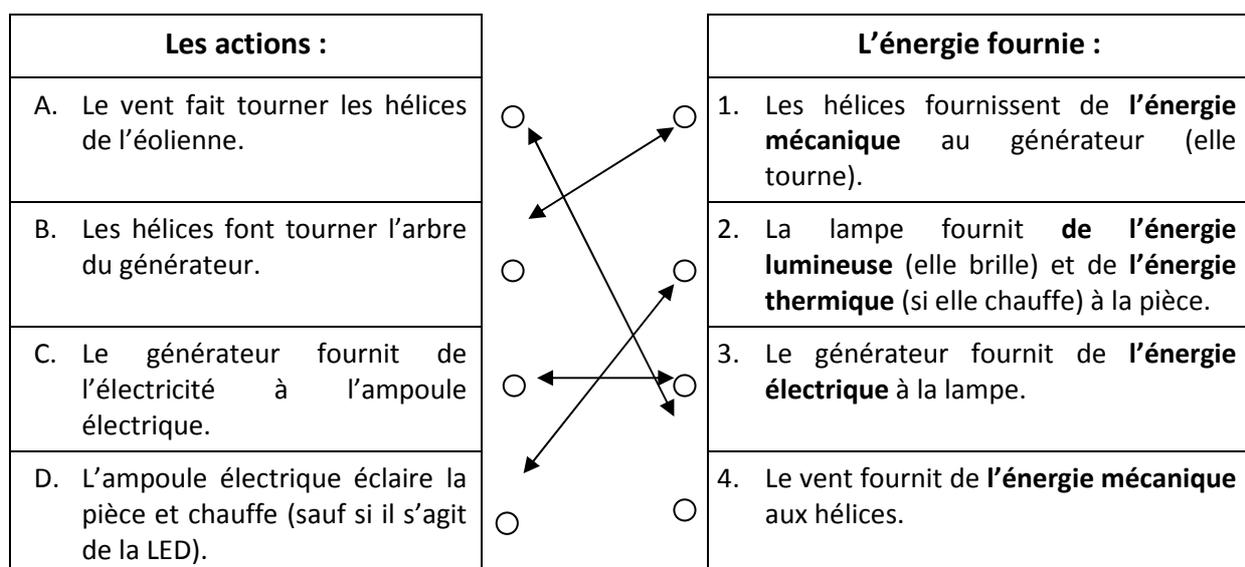


L'énergie fournie :
1. La manivelle fournit de <b>l'énergie mécanique</b> (elle tourne).
2. L'ampoule fournit de <b>l'énergie lumineuse</b> (elle brille) et de <b>l'énergie thermique</b> (si elle chauffe).
3. Le générateur électrique fournit de <b>l'énergie électrique</b> .
4. La main fournit de <b>l'énergie mécanique</b> .

Dans le cas de la dynamo de bicyclette :

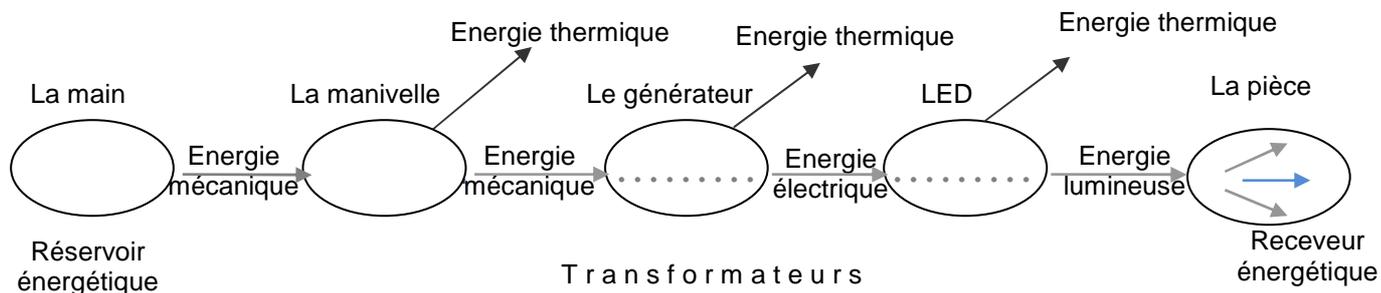


Dans le cas de l'éolienne :



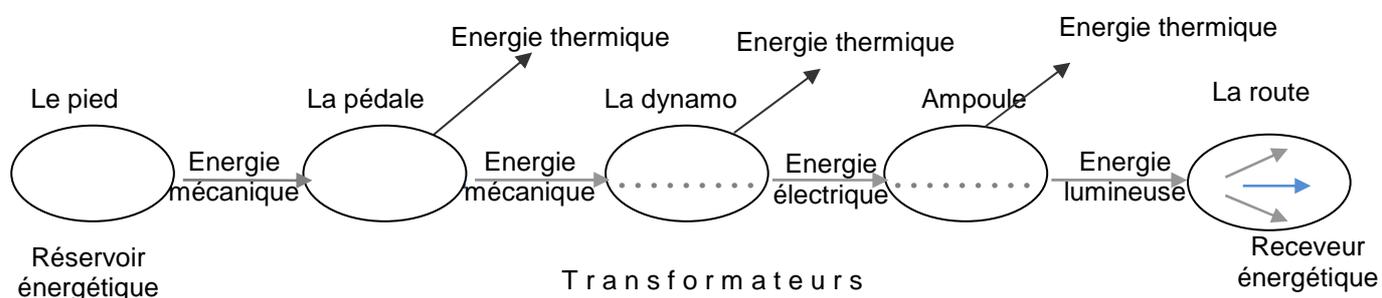
Les fiches n° 1.3, 2.3 et 3.3 permettent à l'élève de prendre conscience des différents transferts et transformations d'énergies tout au long de la chaîne d'objets.

### Dans le cas de la lampe de poche dynamo :



Remarque : Dans les lampes de poche fonctionnant avec pile, l'ampoule est une ampoule classique qui consomme beaucoup d'énergie. En effet, une partie de l'énergie fournie à l'ampoule passe sous forme thermique (l'ampoule chauffe) et est donc perdue (le but d'une ampoule est d'éclairer et non pas de chauffer). Si l'ampoule est remplacée par une LED, les pertes thermiques sont pratiquement nulles.

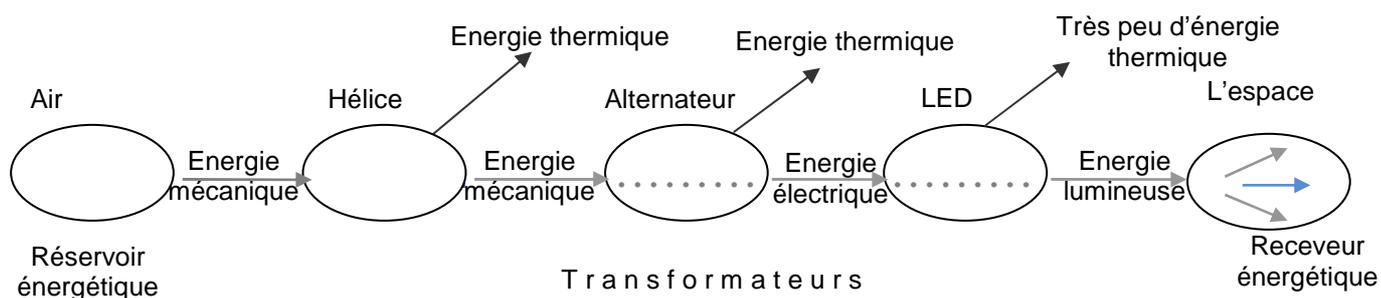
### Dans le cas de la dynamo de bicyclette :



Remarque : L'ampoule de bicyclette est probablement une ampoule classique qui consomme beaucoup d'énergie. En effet, une partie de l'énergie fournie à l'ampoule passe sous forme thermique (l'ampoule chauffe) et est donc perdue (le but d'une ampoule est d'éclairer et non pas de chauffer).

**i** La dynamo de bicyclette disparaît peu à peu. Sur les vélos de ville, elle est souvent remplacée par une petite boîte avec pile. Sur les VTT à *fortiori*, elle n'existe pas et sur les nouvelles bicyclettes, elle se trouve dans le moyeu de la roue. Par contre, la lampe de poche dynamo fait son apparition dans les grandes surfaces, elle est pratique car ne nécessite pas de pile.

**Dans le cas de l'éolienne**, l'élève prend conscience des transformations d'énergie tout au long de la chaîne d'éléments. Il n'est bien évidemment pas possible pour l'élève de comprendre que des déperditions se produisent dans les différents éléments. L'enseignant peut le signaler s'il le souhaite mais il peut, par contre, insister sur la différence de consommation d'énergie de la LED par rapport à l'ampoule classique. Ici il n'y a pas (ou pratiquement pas) de perte thermique au niveau de la LED.



#### 4.4. Les fiches *pannes*



Les trois fiches 1, 2 et 3 proposent aux élèves de s'interroger afin de remédier aux pannes les plus courantes suivant le choix du système d'entraînement.

#### 4.5. Les fiches *pour aller plus loin*



Les élèves les plus rapides ou les plus curieux peuvent découvrir, en consultant les trois fiches suivantes, l'intérieur de la dynamo de bicyclette, de la lampe de poche dynamo et du moteur.

La comparaison permet de constater que ce sont les mêmes éléments qui se trouvent dans ces trois objets :

	La dynamo de bicyclette	La lampe de poche dynamo	Le moteur électrique
1.	<i>Le boîtier</i>	<i>Le boîtier</i>	<u>L'axe d'entraînement</u>
2.	<u>La molette</u>	La bobine électrique	<i>Le boîtier</i>
3.	La bobine électrique	<u>La manette</u>	<b>L'aimant</b>
4.	<b>L'aimant</b>	<b>L'aimant</b>	La bobine électrique

La dernière fiche permet à l'élève de découvrir que, dans le moteur électrique, les composants sont identiques à ceux de la lampe de poche dynamo, de la dynamo de bicyclette et de l'éolienne : un axe de transmission, un boîtier, un aimant qui peut tourner et bobine de fil électrique. Cet argument peut permettre à l'élève d'admettre, au cas où il se poserait la question, qu'il est donc possible d'utiliser le moteur comme un générateur de courant électrique.

#### 4. La synthèse - le concept d'énergie

 En aidant les élèves à se représenter le montage expérimental comme une *chaîne*<sup>24</sup> d'objets qui interagissent entre eux, il est possible d'introduire, de manière superficielle certes mais correcte, la notion d'énergie. Il ne s'agit bien évidemment que d'une première approche qui devra être consolidée de manière récurrente par la suite dans le cursus de l'élève.

L'avantage d'étudier un système complexe tel que celui proposé aux élèves est de pouvoir amener la notion d'énergie comme un concept universel, et non pas de la particulariser comme étant soit de l'énergie cinétique soit de l'énergie potentielle...

L'élève considère donc le montage qu'il a réalisé comme une chaîne d'objets qu'il dessine tout d'abord de manière exclusivement figurative. Tous ces objets mis bout à bout seront capables, en fin de chaîne, de produire l'effet voulu ici : allumer une petite lampe.

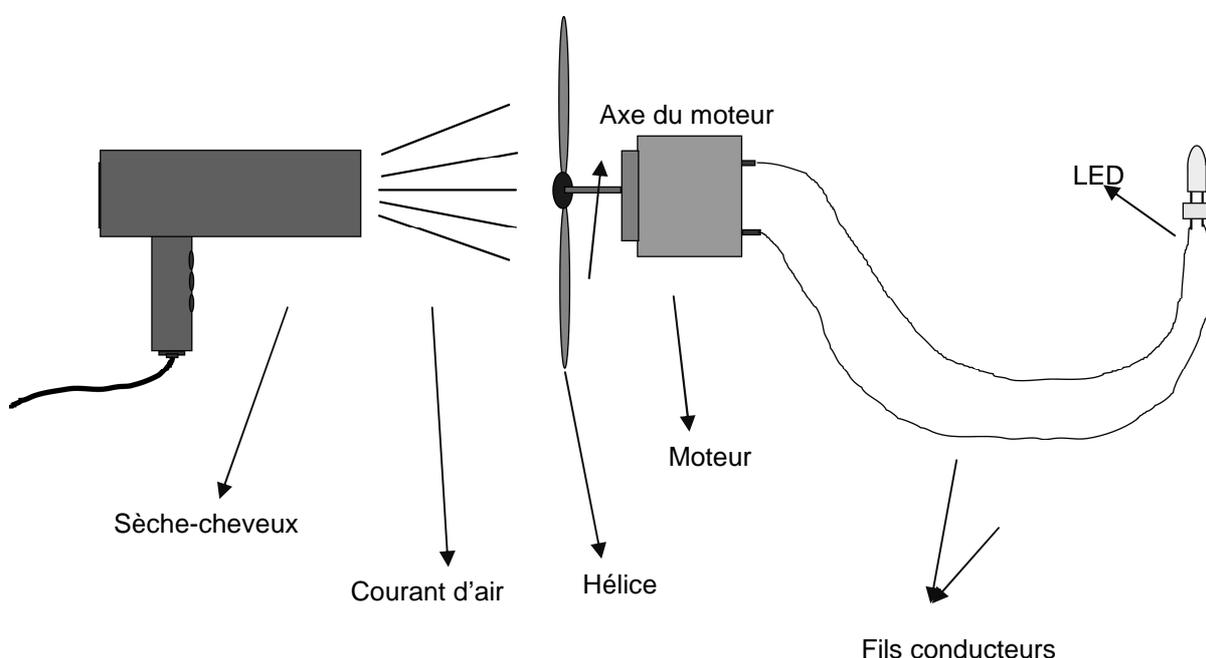
<sup>24</sup> Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire – thème 6 – Cours de sciences au 1<sup>er</sup> degré – Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (voir aussi : Construire des concepts en physique – G. Lemeignan, A. Weil-Barais – Hachette Education – 1993)

Ici :

L'avantage d'étudier un système complexe tel que celui proposé aux élèves est de pouvoir amener la notion d'énergie comme un concept universel, et non pas de la particulariser comme étant soit de l'énergie cinétique soit de l'énergie potentielle...

L'élève considère donc le montage qu'il a réalisé comme une chaîne d'objets qu'il dessine tout d'abord de manière exclusivement figurative. Tous ces objets mis bout à bout seront capables, en fin de chaîne, de produire l'effet voulu ici : allumer une petite lampe.

Ici :



1. Comme les représentations des élèves sont différentes, il est important de standardiser les représentations : les éléments constitutifs du montage sont alors repérés dans un ordre logique, entourés d'une enveloppe séparant l'intérieur de l'objet de l'extérieur et considérés chacun comme une boîte noire. Tous les éléments ne figurent pas sur cette représentation : seuls seront présents ceux qui sont utiles en regard de la tâche à réaliser.

Il faut s'assurer que les élèves partent bien de la bonne chaîne avant de passer à la suite. Dans notre cas :

Air

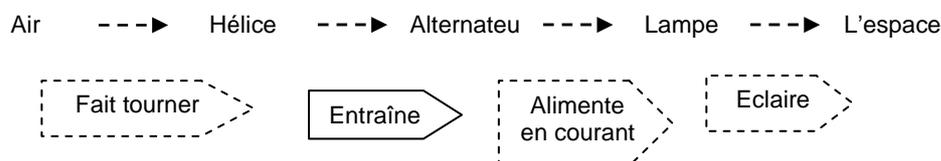
Hélice

Alternateur

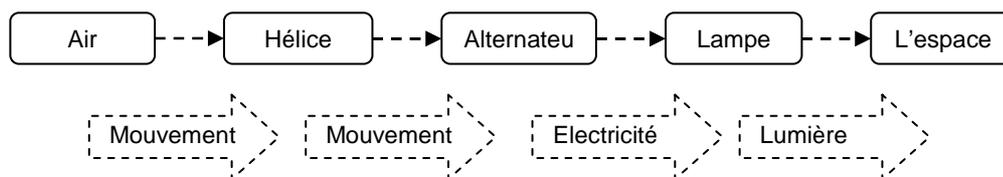
Lampe

L'espace

2. L'objectif suivant est que l'élève puisse se représenter le montage sous la forme d'une chaîne orientée d'objets ayant chacun une fonction. La chaîne de « l'effet » ou de la « fonction » permet à l'élève de discerner, par un verbe d'action, l'effet, ou la fonction qu'a chaque objet sur l'objet suivant. Par exemple : fait tourner, entraîne, éclaire.... Ce qui correspond dans notre cas à :



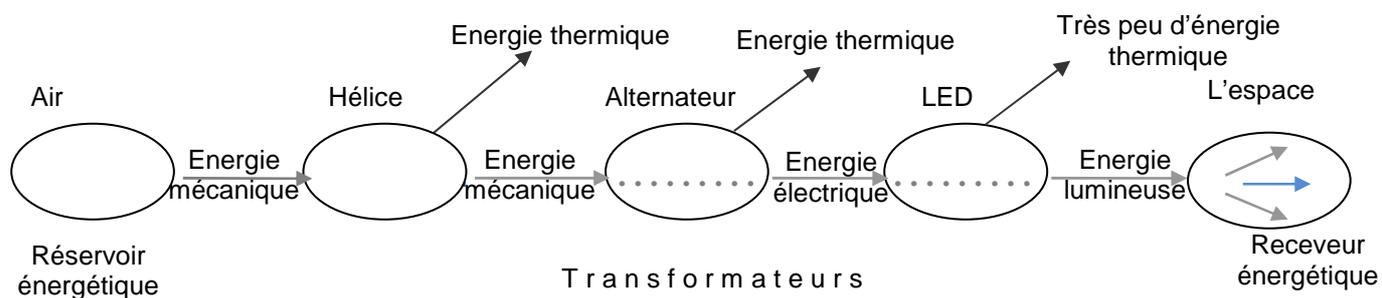
3. La deuxième chaîne dite « échange », permet à l'élève d'explicitier ce que chaque objet *donne* au suivant. En modifiant dans un but bien précis les montages déjà construits (par exemple dans notre cas, comment obtenir un éclairage plus intense ?), l'élève s'interroge sur les grandeurs physiques qui peuvent intervenir pour expliquer les modifications souhaitées. Ici :



4. En parlant de tel ou tel objet, l'élève est amené à se poser certaines questions : « Qu'est-ce qu'il a (possède) ? », « Qu'est-ce qu'il reçoit ? » ou encore « Qu'est-ce qu'il donne ? ». L'élève est préparé à accepter une nouvelle notion : l'énergie. Ce qui est « donné » ou « reçu » dans la première chaîne par un objet est appelé maintenant « énergie ». Il s'agit alors d'une entité un peu vague mais unificatrice. Cette même entité se manifeste par exemple de différentes manières : une même source peut provoquer des effets différents (l'accumulateur peut faire briller la lampe ou faire avancer un jouet) ; des sources différentes peuvent alimenter un même objet (le vent, l'accumulateur, le Soleil, ... peuvent faire briller une lampe). Cette nouvelle entité ne sera reconnue comme grandeur physique que lorsque d'autres grandeurs physiques la définiront par des relations et des valeurs quantitatives.

Dans cette chaîne « transfert d'énergie », l'élève prend conscience du concept d'énergie, mais aussi de ses transferts ou encore de ses transformations lors du passage par les différents objets de la chaîne.

Dans notre cas :



**i** Le panel de notions qui peuvent être abordées par la suite, lors de prolongements, avec l'enseignant, est grand :

- les objets : *réservoirs d'énergie* (objets qui ont et donnent de l'énergie - ex : pile, Soleil, accumulateur...), *transformateurs* (objets qui reçoivent et donnent de l'énergie mais qui semblent ne pas en posséder – ex : lampe, moteur...) ou *receveurs* (objets qui reçoivent de l'énergie – ex : l'espace ambiant) ;
- les différentes formes d'énergie : mécanique, électrique, lumineuse, thermique, ... ;
- les sources d'énergies naturelles ;
- la notion de dégradation d'énergie par effet thermique ;
- la notion de conservation d'énergie : l'énergie ne se crée pas à partir de rien, elle ne se perd pas, elle se transforme. Si une partie du système perd ou gagne de l'énergie, celle-ci est obligatoirement cédée ou reçue par une autre partie du système.

**i** En annexe de ce dossier, vous trouverez un document permettant de guider votre classe dans la construction de la synthèse.

## 5. Le matériel

Les magasins dans lesquels vous pouvez faire vos achats pour remplacer du matériel, sont les magasins classiques de bricolage, grandes surfaces ou papeteries.

Vous trouverez :

- les hélices et leurs fixations dans les magasins d'aéromodélisme chez Airpigs Airlines - Jean Mermoz 29 - 6041 Gosselies (elles coûtent : 2,12€ et leur référence est : Graupner 2940.12, 5.11) ;
- les ventilateurs chez : Farnell (Belgium) - Rue de l'Aéropostale 11 - 4460 Grace-Hollogne (ils coûtent : 5,66 €/pièce et leur référence est : 1568411) ;
- les moteurs chez : Addison Electronics Ltd 8018 - 8020, 20e Ave. Montréal, Québec, Canada H1Z 3S7 (ils reviennent à 2,59 € pièce tout frais compris – leur référence est : RF500TB-12560 mais attention aux délais) ;
- les LED dans un magasin d'électronique, nous les avons achetées chez Spinette – rue des capucins 7000 Mons (elles coûtent 1,21€ pièce et leur référence est : LED super lumineuse rouge – L-7113SRC-F) ;
- les petites ampoules électriques, leur supports, le fil électrique vendu au mètre, les piles et les outils (tournevis et pinces à dénuder) peuvent être achetés dans les magasins de bricolage ;
- les dynamos de bicyclette proviennent de magasin de vélos.

## Bibliographie et sites Internet

- AGERS – *Éclairons notre lanterne* – Enseignement secondaire – thème 6 – Cours de sciences au 1<sup>er</sup> degré
- André J.-Ph., Busana A., Scoumanne Th. – *Construire ses compétences en physique 2* – Editions Plantyn – Bruxelles - 2002
- Ardley Neil – *A la découverte de la science* – Edition Bordas Jeunesse – Paris - 1995
- *Ardley Neil – Le petit chercheur – L'électricité* – Bordas Jeunesse - Paris - 1992
- Auber J. - Berthelot A. - Bonrepaux A. - Canal J.-L. - Cessac J. - Chatelin L. - Fil J.-Flonneau J.-M. - Fontaine C. - Grillot S. - Gris J. - Hibon M. - Hot L. - Larmarque J.-Lemardele M.-A. Lhomme R. Marescot R. Mousset R. Paulin M. Soinne R. Souesme G. Tavernier R. - Toulouse R. - Tryoen V. - Zelentsoff M. - *Piles, ampoules, boussoles* – Collection Tavernier - Les guides du maître – Edition Bordas – 1984
- Balian R. – *Physique fondamentale et énergétique : les multiples visages de l'énergie* – Conférence introductive de l'Ecole d'Eté de Physique sur l'énergie – Caen – 2001
- Ballini P. ; Robardet G. et Rolando J.-M – *L'intuition, obstacle à l'acquisition de concepts scientifiques* – Aster n°24 – 1997
- Canal J.-L. - Margotin M. - Pierrard M.-A. - Tavernier R. – *Cahier d'activités – CE2 - Physique et technologie* – Nouvelle collection Tavernier - Edition Bordas – 1995
- Canal J.-L. - Margotin M. - Pierrard M.-A. - Tavernier R. . – *Cahier d'activités - CM1 - Physique et technologie* – Nouvelle collection Tavernier - Edition Bordas – 1996
- Castermans T., Gillis P., Mélin S. – *L'électricité : un jeu d'enfants ?* – Recherche en éducation 65/00 « Eveil à l'observation et à la pratique expérimentale en physique » – 2001
- Hann J. – *La Science* – Guides pratiques Jeunesse – Editions du Seuil –1991
- Lemeignan G., Weil-Barais A. – *Construire des concepts en physique* – Hachette Education – 1993

Sites internet :

- Pour la construction de l'électro
  - <http://fr.wikipedia.org>
- Pour la construction de la mini-éolienne
  - <http://fr.wikipedia.org>

- Les ampoules électriques
  - <http://www.econo-ecolo.org/spip.php?article27>
  - <http://www.demain-la-terre.net>
- Les piles électriques :
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile\\_%C3%A9lectrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile_%C3%A9lectrique)
  - <http://www.ecoconso.be/>
  - <http://www.web-sciences.com/fichests/fiche28/fiche28.php>
  - [http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage\\_commercial\\_des\\_piles\\_et\\_accumulateurs\\_%C3%A9lectriques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs_%C3%A9lectriques)
- Les centrales électriques :
  - <http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/thermic.html>
  - <http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/pwr.html>
  - [http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage\\_eau.jpg](http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage_eau.jpg)
- Les moteurs électriques :
  - <http://www.educauto.org/Documents/Tech/ANFA-VE/Originaux/electromagnetique.gif>
  - <http://www.discip.ac-caen.fr/sti/stibacs/imagesperso/moteur-cc/principe1.gif>
  - <http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/rfoy/capsules/moteur/>

## **Annexe : Synthèse du concept d'énergie**

## ***Résumons !***



Dans le cadre prévu ci-dessous, dessine ton montage complet (attention, n'oublie aucun élément) :



## ANNEXE 7 – Fiches d'aide (Energie)

Aujourd'hui tu vas construire une mini-éolienne qui va te permettre de faire briller une petite lampe.

En utilisant la feuille prévue à cet effet, commence par dessiner le montage tel que tu l'imagines maintenant.



### Fiche n°1 : Comment couper et *dénuder*\* un fil électrique ?



Construis

#### Comment couper les fils électriques ?

Si les fils sont fins, il suffit de prendre une paire de ciseaux. S'ils sont plus épais, il faut prendre une pince coupante.

#### Comment *dénuder*\* un fil électrique ?

*Dénuder* consiste à enlever deux ou trois centimètres de la gaine en caoutchouc pour que les contacts électriques soient bons. Pour dénuder le fil électrique il faut se servir d'une pince spéciale (voir ci-dessous).

Observe la pince à dénuder, tu trouves une petite vis qui permet de régler le diamètre du trou de la pince. A toi de bien régler le diamètre de ce trou pour couper la partie plastique du fil (gaine extérieure). Il suffit ensuite de tirer le morceau de gaine à enlever, il

se détache du fil (un peu comme une chaussette).

Il ne faut pas couper les fils métalliques très fins à l'intérieur.

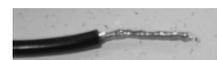
Une fois que le fil est dénudé, il faut le torsader (voir ci-contre) :

Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4



\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

La pince à dénuder\* :

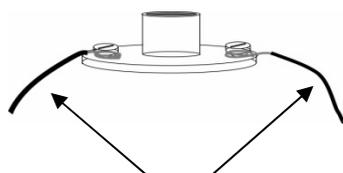


## Fiche n°2 : Comment relier l'ampoule classique au circuit électrique et attacher les fils de connexion ?



Construis

- Coupe les deux fils aux bonnes dimensions pour faire ton montage.
- Dévisse légèrement (pas complètement) les vis situées de chaque côté du support.
- Coince chaque fil, un peu dénudé et torsadé, en-dessous de chaque vis.
- Revisse chaque vis pour que le contact soit bon.
- Visse l'ampoule sur son support.



Les deux fils de connexion  
(dénudés seulement sur quelques cm)

Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1



Si tu ne sais pas comment torsader les fils électriques, consulte la fiche n°4

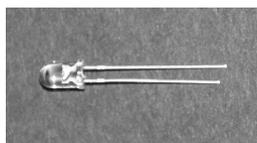


## Fiche n°3 : Comment relier la LED\* (ampoule spéciale) au circuit électrique ?



Construis

**Observe** cette ampoule attentivement. Elle possède deux « pieds » de longueurs légèrement différentes :



**Comment fixer** la LED\* sur son support ?



**Pour fixer la LED\*** dans le circuit, tu peux utiliser le petit support en plastique blanc (ou noir) attaché à deux fils de connexion (1 rouge, 1 noir). Tu dois enfoncer chacun des deux pieds de cette LED dans chacun des deux trous prévus. Les pieds se trouvent ainsi parallèles aux fils de raccordement (voir photo ci-contre).

**Comment relier** la LED\* au moteur, au ventilateur ou à la dynamo\* ?

- ✓ Si tu utilises le moteur ou le ventilateur, la LED doit être connectée dans un « sens » bien précis : tu dois donc faire des essais.

Si tu ne sais où connecter la LED, consulte la fiche n° 4



- ✓ Si tu utilises la dynamo, aucun problème de connexion.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°4 : Comment torsader un fil électrique ?



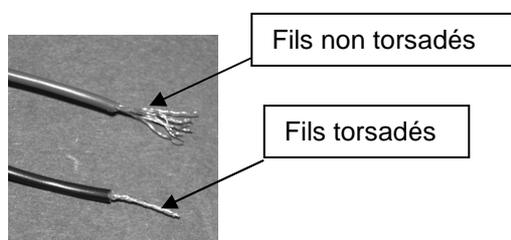
Construis

### Pourquoi faut-il torsader les fils conducteurs\* ?

- Pour que tu puisses plus facilement les passer dans le trou de raccordement du moteur.
- Pour que tu obtiennes un meilleur contact quand tu relies deux fils ensemble : il suffira alors de les torsader aussi entre eux.

### Comment torsader les brins d'un fil électrique ?

- C'est très facile, une fois que quelques centimètres de fil sont dénudés\*\*, il suffit de prendre la partie dénudée de la tenir entre le pouce et l'index et de les faire tourner sur eux-mêmes comme montré sur la photo ci-contre.



\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

Si tu ne sais pas comment dénuder les fils électriques, consulte la fiche n°1



## Fiche n°5 : Comment fixer l'hélice blanche en plastique ?



Construis

### Pour fixer l'hélice blanche :

1. Enfonce bien l'embout en plastique noir dans le moyeu\* de l'hélice :



2. Ensuite seulement, fixe le tout sur l'arbre du moteur :



Tu dois manipuler l'hélice avec **précautions**, elles sont fragiles et se déforment facilement. Tu dois aussi manipuler le moteur avec **précautions**, son axe (ou arbre\*) est fragile.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°6 : Comment réaliser et fixer l'hélice en papier cartonné ?



Construis

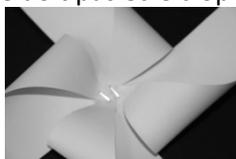
Pour **réaliser l'hélice en papier cartonné**, suis les conseils ci-dessous :

- ✓ découpe un carré de 20 cm de côté et trace les diagonales au crayon ;
- ✓ découpe les diagonales sur une dizaine de cm (ne découpe pas complètement la diagonale).

Ramène chaque pointe ainsi obtenue au centre du carré et colle fortement ou attache les quatre pointes au centre.

Pour **fixer l'hélice** il faut utiliser un bouchon qui servira d'axe de rotation. Il est possible de fixer l'hélice :

- ✓ soit avec une agrafeuse (prévue pour les murs).
  - ⚠ Cette opération est relativement dangereuse, demande l'aide de ton professeur.
- ✓ soit avec deux punaises, la fixation ne doit pas être trop lourde.



Une fois l'hélice fixée sur son axe, il faut **relier cet axe au système choisi**. Le moyen le plus simple est d'enfoncer le bouchon dans un tuyau en plastique qui fera la jonction avec la molette\* de la dynamo.

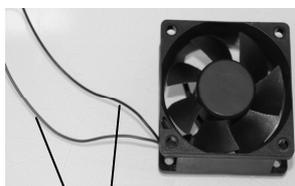


## Fiche n°7 : Comment relier le moteur, le ventilateur ou la dynamo à l'ampoule ?



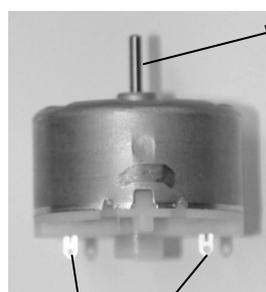
Construis

### Le ventilateur



Fils de connexion\*  
Fragiles  
(À ne pas couper !!)

### Le moteur



Arbre\* du moteur

Endroits prévus pour attacher les fils de connexion\* (avec des trombones si c'est nécessaire). ⚠ Fragiles

### La lampe dynamo



Molette\* de la dynamo

Endroits prévus pour attacher les fils de connexion\* (avec des trombones si c'est nécessaire).

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n° 1 : Qu'est-ce qu'une éolienne et quels sont les éléments essentiels qui la constituent ?



Organise

Tu ne sais pas ce qu'est une éolienne ? Voici quelques informations mises à ta disposition :

- les photos ci-dessous,
- un dictionnaire ou le lexique,
- différents articles se rapportant aux éoliennes,
- le DVD reprenant plusieurs séances consacrées aux énergies renouvelables



Quand tu penses avoir trouvé les éléments importants d'une éolienne ...

- consulte la fiche de correction ;
- réalise une légende dans ton cahier ;
- et imagine une définition qui caractérise l'éolienne (son fonctionnement, son utilité, ...).



Tu ne vas pas utiliser tous les éléments cités pour construire ton éolienne miniature, seuls deux éléments sont nécessaires. A toi de jouer !

- Ecris tes choix ainsi que les justifications dans ton cahier, tu y reviendras par la suite.
- Essaie le montage que tu as choisi et s'il ne te permet pas de faire briller la lampe, change **un seul** élément à la fois (par exemple : change l'hélice **ou** change la lampe **ou** change le moteur...) et écris tes commentaires. Tu dois trouver **les meilleures conditions pour arriver à ton objectif** : construire une petite éolienne qui fasse briller une petite ampoule.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.



## Fiche n° 2 : Tu connais les différents composants de l'éolienne mais tu ne sais pas comment organiser ton travail ?



Organise

**Avant de commencer**, fais un pari sur le montage qui te semble être le meilleur et choisis un premier montage :

- A. Quel système d'entraînement\* : le moteur, le boîtier attaché au ventilateur ou la dynamo\* ?
- B. Quelle hélice : l'hélice en plastique, celle du ventilateur ou ton hélice en papier cartonné ?
- C. Quel éclairage : une ampoule ou une LED\* ?
- D. Quelle soufflerie vas-tu utiliser ?

**Justifie tes choix :**

- a. Justifie le choix du système d'entraînement.
  - b. Justifie le choix de l'hélice.
  - c. Justifie le choix de l'ampoule.
  - d. Justifie le choix de la soufflerie.
- Ecris tes choix ainsi que les justifications dans ton cahier, tu y reviendras par la suite.
  - Essaie le montage que tu as choisi et s'il ne te permet pas de faire briller la lampe, change **un seul** élément à la fois (par exemple : change l'hélice **ou** change la lampe **ou** change le moteur...) et écris tes commentaires. Tu dois trouver **les meilleures conditions pour arriver à ton objectif** : construire une petite éolienne qui fasse briller une petite ampoule.

**Lorsque tu as terminé, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n° 3 : Quelle ampoule choisir ?



Organise

## L'ampoule classique

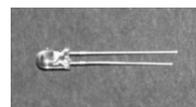


**Avantage** : très facile à visser sur son support.

**Inconvénient** : Cette ampoule, chauffe ! Une partie de l'énergie fournie à la lampe est gaspillée pour chauffer !

## L'ampoule LED

Cette lampe s'appelle une LED (ces initiales signifient : Light Emitting Diode).



**Avantage** : lampe très économique d'un point de vue énergétique

**Inconvénients** :

- ses « pieds » (bornes) sont fragiles ;
- il faut la connecter dans le bon sens si on utilise un petit moteur ou le ventilateur (pas de problème avec la dynamo).

Tu ne sais pas comment fixer l'ampoule classique ? Consulte la fiche n°2 .

Tu ne sais pas comment fixer la LED ? Consulte la fiche n°3 .

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



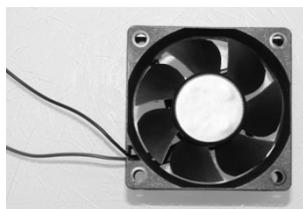
## Fiche n°4 : Quel système d'entraînement choisir ?



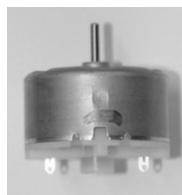
Organise

Ton objectif est de construire une mini-éolienne qui servira à faire briller une ampoule, il faut donc trouver **le dispositif le plus efficace\***. Tu as à ta disposition :

Le ventilateur :



Le moteur



La dynamo de bicyclette :



- Observe-les attentivement et surtout **manipule-les** : essaie de trouver celui qui sera **le plus efficace** pour faire briller ton ampoule.
- Voici quelques questions pour t'aider à faire ton choix :
  - Est-ce que la taille, la forme, la couleur du système ont de l'importance ? Fais des essais !
  - Comment doit « tourner » du système ? Méfie-toi, le résultat est parfois surprenant !
  - Autres ...
- Ecris ton choix ainsi que les justifications dans ton cahier, tu y reviendras par la suite.

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°5 : Quelle hélice choisir ?



Organise

Tu peux choisir entre : l'hélice blanche en plastique avec son support noir ou celle qui est attachée au ventilateur ou construire ta propre hélice en papier cartonné.

L'**hélice blanche en plastique** et **celle qui est attachée au ventilateur** se trouvent dans la valisette de matériel mis à ta disposition.

Tu ne sais pas comment fixer l'hélice blanche ? Consulte la fiche n°4 .

Si tu veux construire ta propre **hélice en papier**, fais différents découpages, essaie-les et compare les résultats obtenus.

Si ces tentatives ne te conviennent pas, consulte la fiche n°6 .

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



## Fiche n°6 : Les deux faces de l'hélice en plastique sont-elles tout à fait identiques ?



Organise

Fixe l'hélice en plastique sur l'arbre\* du moteur, projette de l'air dans sa direction. Note le sens de rotation de l'hélice.

Détache l'hélice, retourne-la, et recommence l'opération. Note une nouvelle fois le sens de rotation de l'hélice. Que constates-tu ?

La façon d'attacher l'hélice sur l'arbre du moteur a-t-elle de l'importance ? En es-tu certain(e) ?

Pourquoi ?



Quelle que soit la face qui reçoit l'air, l'hélice tourne toujours dans le **même sens**, mais la **vitesse**, elle, peut être, selon le modèle, différente. Si l'hélice ne tourne pas assez rapidement la lampe ne brillera pas : tu dois donc **trouver la meilleure façon de fixer l'hélice**.



Si tu ne sais pas comment fixer l'hélice en plastique, consulte la fiche n°5 .

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°7 : Quelle soufflerie utiliser et comment la diriger efficacement sur l'hélice ?



Organise

1) Quelle soufflerie peux-tu utiliser pour faire tourner l'hélice ? Fais fonctionner ton imagination !

La façon de diriger le courant d'air sur l'hélice a-t-elle de l'importance pour faire briller la lampe ?

Effectue plusieurs essais, dirige le souffle :

- ✓ vers le centre de l'hélice,
- ✓ vers le bord de l'hélice,
- ✓ perpendiculairement au plan dans lequel tourne l'hélice,
- ✓ légèrement en biais,
- ✓ éloigne l'hélice un peu,
- ✓ éloigne-le davantage,



Note, dans quelle(s) situation(s), la lampe brille le mieux.

2) Si l'ampoule ne brille pas, change de soufflerie et recommence tes essais. Observe bien ta soufflerie, peux-tu modifier la quantité d'air soufflé (on l'appelle le débit) ?

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.



-----

## Fiche n°1.1 : Pourquoi l'ampoule de la lampe dynamo brille-t-elle ?



Comprends mieux



La lampe dynamo est de plus en plus vendue dans les magasins. Pourquoi ?

Comprends-tu son fonctionnement ? Demande une lampe de ce type à ton professeur, manipule-la et remets les actions proposées ci-dessous dans l'ordre chronologique. Note tes associations (ex : 1 - A) dans ton cahier.

Actions dans le désordre	Actions dans l'ordre chronologique
A. La lampe brille et éclaire la pièce.	1.
B. Parce que l'aimant* tourne, un courant électrique circule dans la petite bobine	2.
C. La manette* a un mouvement de va-et-vient, elle entraîne avec elle des roues dentées.	3.
D. Les roues dentées tournent et entraînent une pièce métallique (un aimant) qui tourne aussi.	4.
E. J'actionne la manette.	5.

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°1.2 : Pourquoi l'ampoule reliée à la *dynamo* de bicyclette brille-t-elle ?



Comprends mieux



Si tu as roulé en vélo le soir, alors tu as probablement utilisé une *dynamo*.

La dynamo est l'objet que tu mets en contact avec la roue et qui, lorsque tu roules, permet à la lampe de ton vélo de briller.

Remets dans l'ordre la série d'actions proposées ci-dessous. Ecris tes associations (ex : 1- A) dans ton cahier.

Actions dans le désordre

- |  |
|--|
| A. La lampe brille et éclaire la route.                          |
| B. Je pédale.  |
| C. Avant de démarrer, je mets la dynamo en contact avec la roue. |
| D. L'axe de la dynamo tourne.                                    |
| E. La roue tourne.   |
| F. Le pédalier entraîne la roue.                                 |
| G. La roue entraîne la molette* de la dynamo.                    |
| H. La molette entraîne l'axe de la dynamo.                       |
| I. La dynamo produit un courant électrique.                      |

Actions dans l'ordre chronologique

- |    |
|----|
| 1. |
| 2. |
| 3. |
| 4. |
| 5. |
| 6. |
| 7. |
| 8. |
| 9. |

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.



## Fiche n°1.3 : Pourquoi l'ampoule reliée à la *mini-éolienne* brille-t-elle ?



Comprends mieux

Tu as construit ta mini-éolienne, l'ampoule brille et tu veux comprendre ce qui se passe à l'intérieur de ton montage ? Remets toutes les actions proposées ci-dessous dans l'ordre chronologique : Ecris tes associations (ex : 1 - A) dans ton cahier.

Actions dans le désordre

- |   |
|---|
| A. L'hélice se met à tourner et entraîne l'arbre* du générateur* électrique.  |
| B. Le générateur* électrique produit de l'électricité.                        |
| C. Le sèche-cheveux chasse l'air vers l'hélice.                               |
| D. L'ampoule brille.  |
| E. Les fils conducteurs* permettent au courant de circuler jusqu'à l'ampoule. |

Actions dans l'ordre chronologique

- |    |
|----|
| 1. |
| 2. |
| 3. |
| 4. |
| 5. |

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°2.1 : Les différentes énergies\* dans la *lampe dynamo*



Comprends mieux

Quelles sont les énergies échangées par les différents éléments (de la main qui actionne la manivelle à la lampe qui brille) ?

Ecris chaque association (ex : B-1) dans ton cahier.

Les actions :		L'énergie fournie :
E. L'ensemble « aimant et bobine de fil électrique » (générateur électrique) produit un courant électrique.	<input type="radio"/>	5. La manivelle fournit de <b>l'énergie mécanique*</b> (elle tourne).
F. La manivelle entraîne dans son mouvement l'aimant qui tourne.	<input type="radio"/>	6. L'ampoule fournit de <b>l'énergie lumineuse*</b> (elle brille) et de <b>l'énergie thermique*</b> (si elle chauffe).
G. La main fait tourner la manivelle.	<input type="radio"/>	7. Le générateur électrique fournit de <b>l'énergie électrique</b> .
H. La lampe brille.	<input type="radio"/>	8. La main fournit de <b>l'énergie mécanique*</b> .

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu ne connais pas les différentes actions ? Consulte la fiche 1.1 .

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.



## Fiche n°2.2 : Les différentes énergies\* dans la *dynamo de bicyclette*



Comprends mieux

Quelles sont les énergies échangées par les différents éléments (du pied qui appuie sur la pédale à la lampe qui brille) ? Ecris chaque association (ex : B-2) dans ton cahier.

Les actions		L'énergie fournie
F. Le pied appuie sur la pédale.	<input type="radio"/>	6. La roue fournit de <b>l'énergie mécanique*</b> au générateur (elle tourne).
G. La lampe brille.	<input type="radio"/>	7. La lampe fournit de <b>l'énergie lumineuse*</b> (elle brille) et de <b>l'énergie thermique*</b> (si elle chauffe).
H. La roue fait tourner la molette de la dynamo.	<input type="radio"/>	8. La dynamo* fournit de <b>l'énergie électrique</b> .
I. La pédale fait tourner la roue.	<input type="radio"/>	9. Le pied fournit de <b>l'énergie mécanique*</b> .
J. La dynamo fournit un courant électrique.	<input type="radio"/>	10. Le pédalier fournit de <b>l'énergie mécanique*</b> .

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu ne connais pas les différentes actions ? Consulte la fiche 1.2 .

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Fiche n°2.3 : Les différentes énergies\* dans l'éolienne



Comprends mieux



Quelles sont les énergies échangées par les différents éléments entre le vent qui souffle et la lampe qui brille ?

Ecris chaque association (ex : B-1) dans ton cahier.

Les actions	
E. Le vent fait tourner les hélices de l'éolienne.	<input type="radio"/>
F. Les hélices font tourner l'arbre du générateur*.	<input type="radio"/>
G. Le générateur fournit de l'électricité à l'ampoule électrique.	<input type="radio"/>
H. L'ampoule électrique éclaire la pièce et chauffe (sauf si il s'agit de la LED).	<input type="radio"/>

L'énergie fournie	
5. Les hélices fournissent de l'énergie <b>mécanique*</b> au générateur (elle tourne).	<input type="radio"/>
6. La lampe fournit <b>de l'énergie lumineuse*</b> (elle brille) et de l'énergie <b>thermique*</b> (si elle chauffe) à la pièce.	<input type="radio"/>
7. Le générateur fournit de l'énergie <b>électrique*</b> à la lampe.	<input type="radio"/>
8. Le vent fournit de l'énergie <b>mécanique*</b> aux hélices.	<input type="radio"/>

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu ne connais pas les différentes actions ? Consulte la fiche 1.3 .

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.



## Fiche n°3.1 : Transformations d'énergie\* dans la lampe de poche dynamo



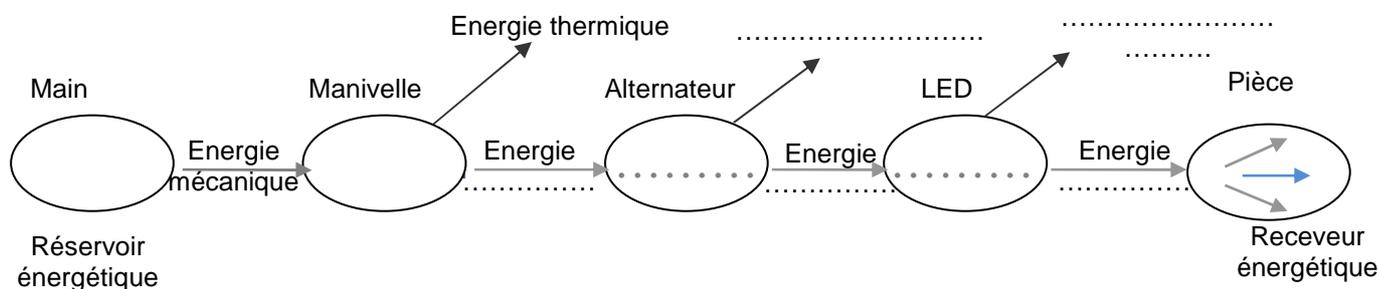
Comprends mieux



ou



Ces nouvelles lampes qui apparaissent dans le commerce : fonctionnent d'une manière originale ! Demandes-en une à ton professeur, manipule-la et, dans ton cahier. Écris les différents types d'énergies présentes.



Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu ne connais pas les différentes actions ? Consulte la fiche 1-1 ;

Tu ne connais pas les différentes énergies ? Consulte la fiche 2-1 .

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

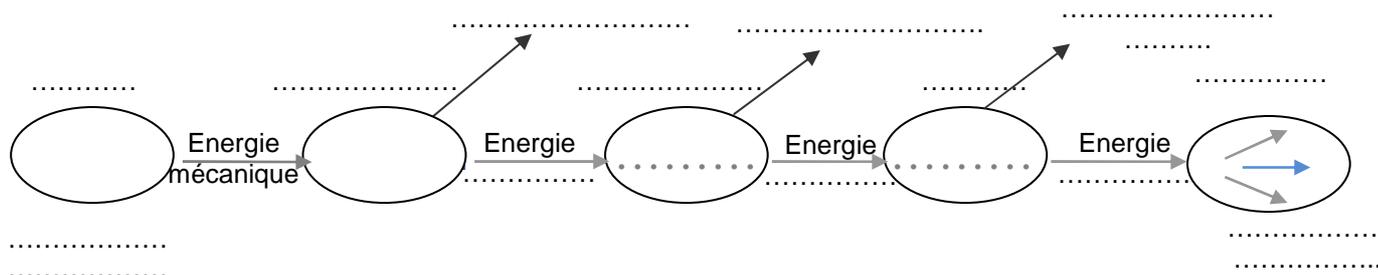
## Fiche n°3.2 : Transformations d'énergie dans la dynamo de bicyclette.



Comprends mieux



Pour que la lampe brille il faut que l'énergie\* fournie par le cycliste soit transformée\* en énergie lumineuse. Quelles sont ces transformations\* d'énergie et où se font-elles ? Ecris-les dans ton cahier.



Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Tu ne connais pas les différentes actions ? Consulte la fiche 1.2

Tu ne connais pas les différentes énergies ? Consulte la fiche 2.2

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.



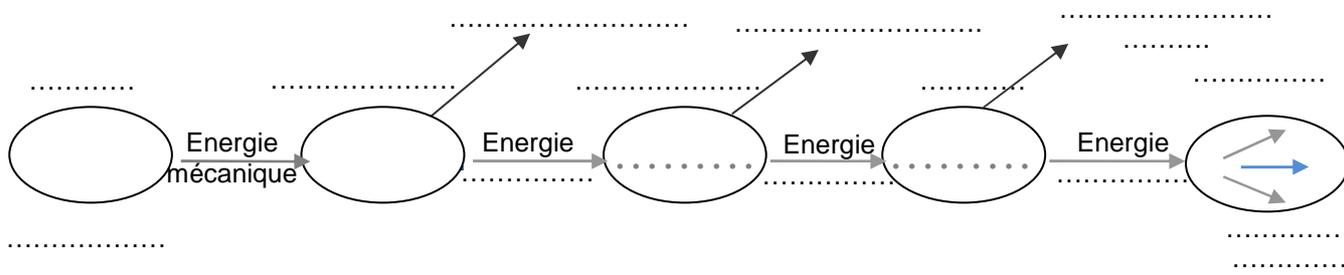
## Fiche n°3.3 : Les transformations\* d'énergie\* dans ton éolienne !



Comprends mieux

Reproduis dans ton carnet de bord le schéma ci-dessous et note :

- 1) au-dessus de chaque bulle, le nom des objets ou des éléments;
- 2) entre les bulles, les d'énergies\* échangées ;
- 3) le nom du début et de la fin de la chaîne.



Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Si tu rencontres des difficultés, retourne aux fiches n° 1 (1,2 et 3), 2 (1,2 et 3), 3(1 et 2)

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire

## Fiche n°1 : Tu utilises le moteur et l'ampoule ne brille pas ?



Répare



Tu utilises le moteur pour fabriquer ton éolienne et celui-ci ne permet pas à ta lampe de briller, vérifie les différents paramètres ! Change **un seul** paramètre **à la fois** : l'hélice **ou** l'ampoule électrique **ou** la soufflerie et **recommence** avec **un** autre paramètre.

*Pose-toi des questions :*

### L'hélice :

L'hélice blanche est-elle bien fixée ? Entraîne-t-elle bien l'axe du moteur ? Consulte la fiche 5 

L'hélice blanche est-elle fixée dans le bon sens ? Consulte la fiche 6 

L'hélice en papier est-elle bien construite ? Consulte la fiche 6 

### L'ampoule :

L'ampoule est-elle bien fixée ? Consulte la fiche 2 

La LED est-elle bien fixée, dans le bon sens ? Consulte la fiche 3 

Si l'ampoule est trop gourmande en énergie, elle ne brille pas. Consulte la fiche 3 

### La soufflerie :

As-tu essayé toutes les directions pour diriger l'air du sèche-cheveux ? Consulte la fiche 7 

### Les connexions :

Les contacts sont-ils bons ? Les fils sont-ils bien torsadés ? Consulte la fiche 4 



## Fiche n°2 : Tu utilises la dynamo de bicyclette et l'ampoule ne brille pas ?



Répare



Tu utilises la dynamo de bicyclette pour fabriquer ton éolienne et celle-ci ne permet pas à ta lampe de briller. Change **un seul** paramètre **à la fois** : l'hélice **ou** l'ampoule électrique **ou** la soufflerie et **recommence** avec **un** autre paramètre.

*Pose-toi des questions :*

**L'hélice :** Tu n'as pas le choix, tu dois utiliser l'hélice en papier. Tu n'es pas certain(e) de sa forme ? Ses dimensions ? Est-elle bien fixée ? Entraîne-t-elle bien l'axe du moteur ? Consulte la fiche 6 

### L'ampoule :

L'ampoule est-elle bien fixée ? Consulte la fiche 2 

La LED est-elle bien fixée, dans le bon sens ? Consulte la fiche 3 

Si l'ampoule est trop gourmande en énergie, elle ne brillera pas. Consulte la fiche 3 

### La soufflerie :

As-tu essayé toutes les directions pour diriger l'air du sèche-cheveux ? Consulte la fiche 7 

### Les connexions :

Les contacts sont-ils bons ? Les fils sont-ils bien torsadés ? Consulte la fiche 4 

## Fiche n°3 : Tu utilises le ventilateur et l'ampoule ne brille pas ?



Répare



Tu utilises le système du ventilateur d'ordinateur pour fabriquer ton éolienne et celle-ci ne permet pas à ta lampe de briller. Change **un seul** paramètre **à la fois** : l'hélice **ou** l'ampoule électrique **ou** la soufflerie et **recommence** avec **un autre** paramètre.

Pose-toi des questions :

### L'ampoule :

L'ampoule est-elle bien fixée ? Consulte la fiche 2 .

La LED est-elle bien fixée, dans le bons sens ? Consulte la fiche 3 .

Si l'ampoule est trop gourmande en énergie, elle ne brillera pas. Consulte la fiche 3 .

### La soufflerie :

As-tu essayé toutes les directions pour diriger l'air du sèche-cheveux ? Consulte la fiche 7 .

### Les connexions :

Les contacts sont-ils bons ? Les fils sont-ils bien torsadés ? Consulte la fiche 4 .

**L'hélice** : Tu n'as pas le choix d'hélice, elle est fixée au support métallique. Si tu as vérifié tous les autres paramètres et que l'ampoule ne brille toujours pas, demandes-en une autre à ton enseignant.



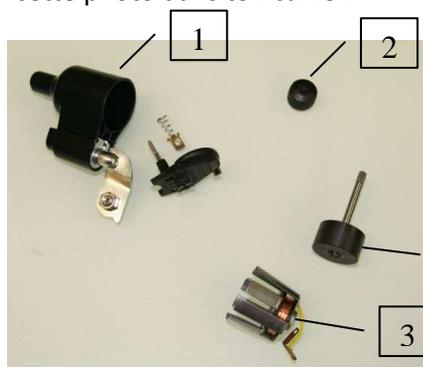
## Fiche n°1 : Qu'y a-t-il dans une *dynamo de bicyclette* ?



Va plus loin

Connais-tu les éléments qui se trouvent à l'intérieur de la dynamo de bicyclette ? Non ? C'est le moment de le découvrir !

Observe la dynamo attentivement, manipule-la et vois ce qui se passe quand tu tournes la molette. En te servant des mots clés proposés ci-dessous ainsi que de leur explication, complète la légende de cette photo dans ton cahier.



1. ....

2. ....

3. ....

4. ....

Mots clés : une bobine électrique (très long fil de cuivre, enroulé sur lui-même pour prendre moins de place et former une boucle) – un aimant (cylindrique) – le boîtier – la molette (qui tourne lorsque la roue tourne).

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**

## Fiche n°2 : Qu'y a-t-il dans la *lampe de poche dynamo* ?

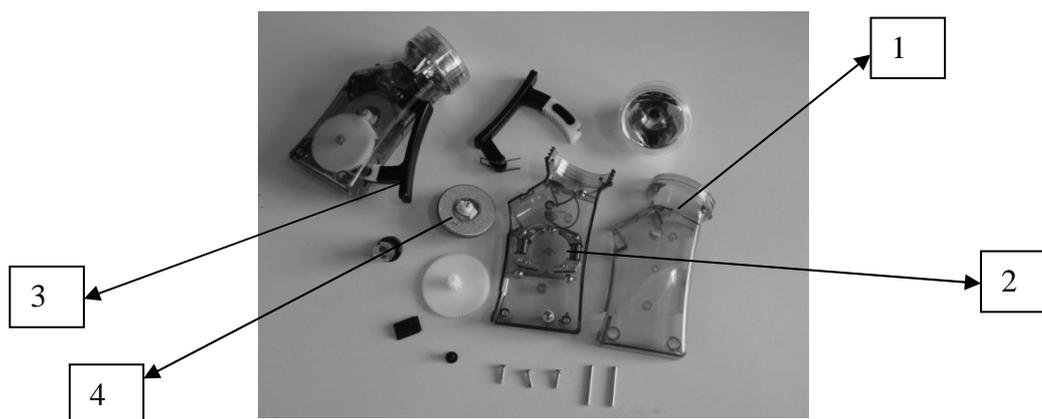


Va plus loin

Connais-tu les éléments qui se trouvent à l'intérieur de la *lampe de poche dynamo* ? Non ? C'est le moment de le découvrir !

Observe la lampe de poche transparente attentivement, manipule-la et vois ce qui se passe quand tu actionnes la manette.

En te servant des mêmes mots clés que ceux proposés dans la fiche n°2 , complète la légende de la photo ci-dessous et Écris tes résultats dans ton cahier.



Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.



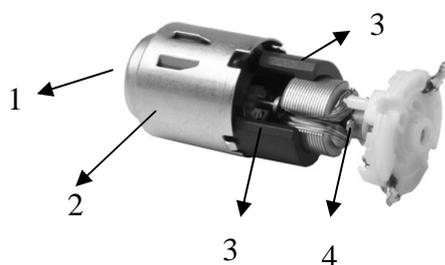
## Fiche n°3 : Qu'y a-t-il dans un *moteur électrique* ?



Va plus loin

Connais-tu les éléments qui se trouvent à l'intérieur d'un petit moteur de jouet électrique ? Non ? C'est le moment de le découvrir !

Observe le moteur attentivement, manipule-le et vois ce qui se passe quand tu tournes l'axe (ou l'arbre). En te servant des mots clés proposés ci-dessous ainsi que de leur explication, complète la légende de cette photo dans ton cahier.



1. ....
2. ....
3. ....
4. ....

Mots clé : bobine de cuivre – aimant – boîtier du moteur – axe d'entraînement.

Que constates-tu si tu compares les éléments du moteur électrique, de la dynamo de la bicyclette ou de la lampe dynamo ?

Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

## Fiche n°4 : Peut-on utiliser un moteur comme générateur ?



Va plus loin



Certains jouets des petits enfants, comme le lapin bien connu qui tape sur son tambour, contiennent un moteur qui fait bouger le jouet.

Lorsque la pile est placée à l'intérieur et que l'interrupteur est fermé, le moteur se met en action, le lapin remue les bras et joue du tambour. C'est le principe du moteur électrique : raccordé à une source d'énergie électrique (la pile), le moteur permet à l'objet de bouger.

Pourrais-tu raisonner à l'envers ? Peux-tu dire : « si au contraire, j'agite les bras du lapin, alors ... ? »

Compare (consulte les fiches 1, 2 et 3 ) aussi les différents éléments composant le moteur électrique, la dynamo de bicyclette et la lampe de poche dynamo, que constates-tu ? Est-ce que cela t'aide dans ton raisonnement ?

**Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.**



## ANNEXE 8 – Corrigé des fiches d'aide (Energie)

Correction de la fiche n° 1 : Qu'est-ce qu'une éolienne et quels sont les éléments essentiels qui la constituent ?



Organise



L'anémomètre



La nacelle



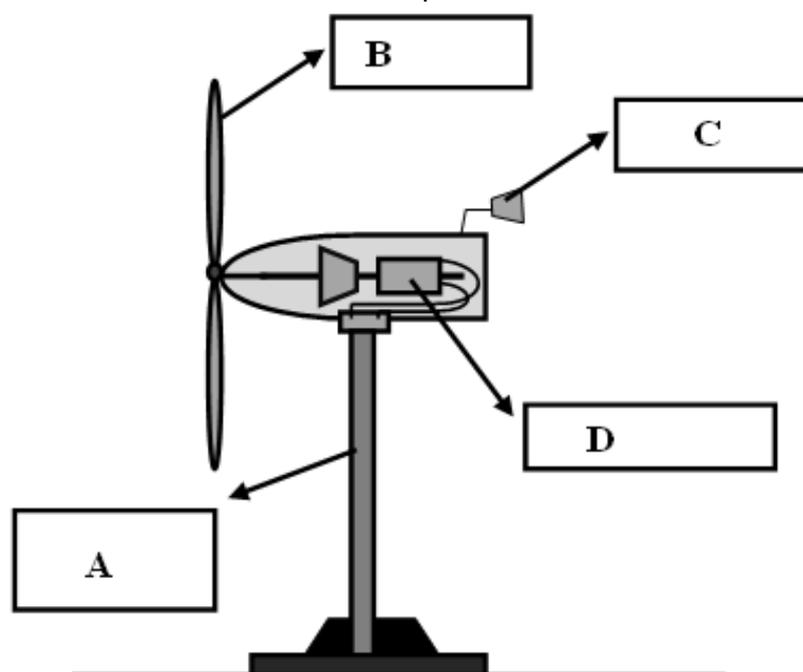
Le générateur de courant électrique



Les pales de l'hélice



Le mat de l'éolienne



- A. Le mat qui porte la nacelle et la turbine (hélice) ;
- B. Sur les photos ci-dessus l'hélice a 3 pales, l'hélice d'aéromodélisme prévue dans ton matériel en possède 2 ;
- C. L'anémomètre qui sert à mesurer la vitesse du vent et la girouette qui repère la direction du vent ;
- D. Le générateur de courant qui va fournir du courant électrique.

Une éolienne est un dispositif qui utilise l'énergie du vent pour produire de l'énergie électrique.



Les éléments essentiels que je dois utiliser pour le montage sont donc : l'hélice (B) et le générateur de courant électrique (D).

**Correction de la fiche n° 2 : Tu connais les différents  
composants de l'éolienne mais  
tu ne sais pas comment organiser ton travail ?**



Organise

**Avant de commencer**, fais un pari sur le montage qui te semble être le meilleur et choisis un premier montage :

- A. Quel système d'entraînement\* : le moteur, le boîtier attaché au ventilateur ou la dynamo\* ?
- B. Quelle hélice : l'hélice en plastique, celle du ventilateur ou ton hélice en papier cartonné ?
- C. Quel éclairage : une ampoule ou une LED\* ?
- D. Quelle soufflerie vas-tu utiliser ?

**Justifie tes choix :**

- a. Justifie le choix du système d'entraînement.
- b. Justifie le choix de l'hélice.
- c. Justifie le choix de l'ampoule.
- d. Justifie le choix de la soufflerie.

Il est fort probable que tu commences ton choix par l'hélice, les autres choix (le système d'entraînement, l'éclairage et finalement la soufflerie) en découleront :

**Si** par exemple tu choisis l'hélice en plastique (qui se fixe parfaitement avec la fixation en caoutchouc noire) le choix du moteur s'impose à cause du système de fixation. Tu as ensuite le choix pour l'ampoule : l'ampoule classique ou alors la LED, et finalement la soufflerie.

**Si** tu choisis l'hélice du ventilateur, le moteur se trouve fixé au ventilateur (donc pas le choix), tu choisis ensuite l'éclairage : l'ampoule classique ou la LED, ensuite la soufflerie.

**Si** tu choisis de construire une hélice en papier, la dynamo de bicyclette est le meilleur système. Tu peux fixer l'hélice sur la molette\* de la dynamo avec le bouchon et l'embout en plastique. Tu as ensuite le choix pour l'éclairage : l'ampoule classique ou la LED, ensuite la soufflerie.

Exemple de justification : Je choisis la plus grande vitesse du sèche-cheveux car l'air chassé sera plus efficace pour faire tourner l'hélice.

Il y a **trois possibilités** pour faire briller l'ampoule :

- L'hélice d'aéromodélisme blanche + le moteur + la LED + la grande soufflerie du sèche-cheveux
- L'hélice en papier cartonné + la dynamo + la LED + la grande soufflerie du sèche-cheveux
- L'hélice du ventilateur d'ordinateur (avec son moteur incorporé ) + la LED + ton propre souffle.

Tu remarques qu'à chaque fois l'ampoule utilisée est la LED (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 ).

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Correction de la fiche n° 3 : Quelle ampoule choisir ?



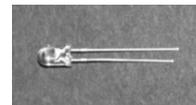
Organise

**L'ampoule classique**

- Avantage : très facile à visser sur son support.
- Inconvénient :  
Cette ampoule, chauffe ! Une partie de l'énergie fournie à la lampe est gaspillée pour chauffer !

**L'ampoule LED**

Cette petite lampe s'appelle une LED (ces initiales signifient : Light Emiting Diode).



- Avantage : lampe très économique d'un point de vue énergétique.
- Inconvénients :
  - ses « pieds » (bornes) sont fragiles ;
  - il faut la connecter dans le bon sens si on utilise un petit moteur ou le ventilateur (pas de problème avec la dynamo).

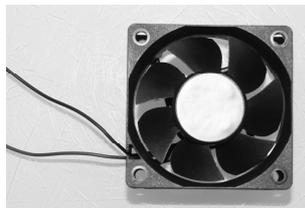
Dans la pratique la **seule ampoule** qui fonctionnera avec les trois systèmes est la **LED**. En effet la LED est une ampoule « économique » d'un point de vue énergétique : elle demande peu d'énergie pour briller alors que l'ampoule classique est « trop gourmande » et nécessite une énergie trop importante pour briller. Aucun des montages ne peut faire briller l'ampoule alors que les trois montages peuvent faire briller la LED.

## Correction de la fiche n°4 : Quel système d'entraînement choisir ?

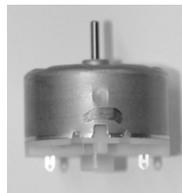


Organise

Le ventilateur :



Le moteur :



La dynamo de bicyclette :



Les **trois systèmes fonctionnent**. Les montages les plus faciles à mettre au point sont ceux qui utilisent soit le ventilateur d'ordinateur, soit le petit moteur.

Le montage qui utilise le **ventilateur** peut même faire briller la LED en soufflant soi-même (à la bouche) sur l'hélice. C'est un peu fatigant mais tout à fait possible !

Pour faire briller la LED avec le **petit moteur** il faut utiliser le sèche-cheveux à la soufflerie maximale et bien orienter l'air sur l'hélice.

La **dynamo** permet aussi de faire briller la LED mais donne de moins bons résultats : la LED clignote assez bien. Les difficultés proviennent des frottements (entre les différentes pièces à l'intérieur de la dynamo) qui sont plus importants que dans les deux autres cas et aussi de l'hélice (sa forme n'est pas aérodynamique\*, sa rigidité n'est pas suffisante malgré le papier cartonné et sa fixation alourdit l'ensemble à mettre en mouvement).

*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.*

## Correction de la fiche n° 5 : Quelle hélice choisir ?



Organise

Tu as donc le choix entre trois possibilités :

- l'hélice blanche en plastique avec son support noir
- l'hélice attachée au ventilateur
- l'hélice à construire toi-même en papier cartonné.

De ce choix, découlera le choix du système d'entraînement.

Chaque hélice possède ses avantages et ses inconvénients. Nous en reprenons quelques-uns ci-dessous (tu en trouveras certainement d'autres) :

	Avantages	Inconvénients
<b>Hélice en plastique</b>	Facile à fixer	Forme imposée
	Rigide	Petite
	...	...
<b>Hélice du ventilateur</b>	Déjà fixée	Forme imposée
	Tourne très bien	
	...	...
<b>Hélice en papier cartonné</b>	A construire soi-même	Pas très rigide si on approche trop près la soufflerie
	Je peux en modifier la forme	Fixation lourde
	...	...

Correction de la fiche n° 6 : Les deux faces de l'hélice en plastique sont-elles tout à fait identiques ?



Organise



Quelle que soit la face qui reçoit l'air, l'hélice tourne toujours dans le **même sens**. Les constructeurs vendent des hélices qui tournent dans le sens contraire du sens de rotation des aiguilles d'une montre (on appelle ce sens le *sens anti-horlogique*).

La **vitesse**, elle, peut être, selon le modèle, différente. Si l'hélice ne tourne pas assez rapidement la lampe ne brillera pas : tu dois donc **trouver la meilleure façon de fixer l'hélice**.

## Correction de la fiche n° 7 : Quelle soufflerie utiliser et comment la diriger efficacement sur l'hélice ?



Organise

**Si** tu utilises l'hélice du ventilateur d'ordinateur, tu peux souffler toi-même dessus. Si tu souffles suffisamment fort, de façon un peu décentrée et perpendiculairement, la LED va briller. Tu peux ensuite utiliser le sèche-cheveux.



**Si** tu utilises l'hélice blanche en plastique, la LED ne brillera pas en soufflant toi-même sur l'hélice. Tu dois absolument utiliser la plus grande vitesse du sèche-cheveux.



**Si** tu construis toi-même ton hélice, la LED ne brillera pas en soufflant toi-même sur l'hélice. Tu dois absolument utiliser la plus grande vitesse du sèche-cheveux.



Dans tous les cas, la façon de diriger le courant d'air sur l'hélice a de l'importance. Pour faire briller la lampe, il faut :

- ne pas diriger la soufflerie directement vers le centre de l'hélice,
- diriger la soufflerie à mi-chemin entre le centre et le bord de l'hélice,
- diriger la soufflerie perpendiculairement au plan dans lequel tourne l'hélice (pour l'hélice du ventilateur),
- diriger la soufflerie légèrement en biais dans le cas de l'hélice en plastique et l'hélice en carton,
- ne pas éloigner trop la soufflerie de l'hélice (entre 5 et 10 cm)
- tu trouveras aussi certainement d'autres astuces, n'oublie pas de les noter.

## Correction de la fiche n°1.1 : Pourquoi l'ampoule de la *lampe dynamo* brille-t-elle ?



Comprends  
mieux

Dans le cas de la lampe de poche dynamo :



### Les actions dans l'ordre chronologique sont :

1. J'actionne la manette.
2. La manette a un mouvement de va-et-vient, elle entraîne avec elle des roues dentées.
3. Les roues dentées tournent et entraînent une pièce métallique (un aimant) qui tourne aussi.
4. Parce que l'aimant tourne, un courant électrique circule dans la petite bobine de fil électrique qui entoure l'aimant.
5. La lampe brille et éclaire la pièce.

Correction de la fiche n°1.2 : Pourquoi l'ampoule, reliée la  
*dynamo de bicyclette*, brille-t-elle ?



Comprends  
mieux



**Les actions dans l'ordre chronologique sont :**

1. Avant de démarrer, je mets la dynamo en contact avec la roue.
2. Je pédale.
3. Le pédalier entraîne la roue.
4. La roue tourne.
5. La roue entraîne la molette\* de la dynamo.
6. La molette entraîne l'axe de la dynamo.
7. L'axe de la dynamo tourne.
8. La dynamo produit un courant électrique.
9. La lampe brille et éclaire la route.

*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.*

Correction de la fiche n°1.3 : Pourquoi l'ampoule, reliée à  
ta *mini-éolienne*, brille-t-elle ?



Comprends  
mieux

**Les actions dans l'ordre chronologique sont :**

1. Le sèche-cheveux chasse l'air vers l'hélice.
2. L'hélice se met à tourner et entraîne l'arbre du générateur électrique.
3. Le générateur électrique produit de l'électricité.
4. Les fils conducteurs permettent au courant de circuler jusqu'à l'ampoule.
5. L'ampoule brille.

## Correction de la fiche n°2.1 : Les différentes énergies\* dans la *lampe dynamo*



Comprends  
mieux

Les actions :		L'énergie fournie :
I. L'ensemble « aimant et bobine de fil électrique » (générateur électrique) produit un courant électrique.		9. La manivelle fournit de l' <b>énergie mécanique</b> (elle tourne).
J. La manivelle entraîne dans son mouvement l'aimant qui tourne.		10. L'ampoule fournit de l' <b>énergie lumineuse</b> (elle brille) et de l' <b>énergie thermique</b> (si elle chauffe).
K. La main fait tourner la manivelle.		11. Le générateur électrique fournit de l' <b>énergie électrique</b> .
L. La lampe brille.		12. La main fournit de l' <b>énergie mécanique</b> .



Il faut que tu saches que :

L'énergie **mécanique** est l'énergie que possède un corps en **mouvement** (grâce à cette énergie ce corps peut, par exemple, mettre un autre objet en mouvement). Une boule de billard qui roule possède de l'énergie mécanique : si elle percute une seconde boule à l'arrêt, elle peut mettre cette dernière en mouvement.

Remarques :

- un ressort comprimé peut stocker de l'énergie mécanique : lors de sa détente, il peut mettre une petite bille en mouvement
- un objet situé en hauteur stocke aussi, comme le ressort, de l'énergie mécanique : mieux vaut en effet ne pas se prendre sur la tête une pierre qui tomberait du 10<sup>e</sup> étage !

L'énergie **lumineuse** est l'énergie que possède un corps qui **éclaire**. Cette énergie peut être en partie récupérée, par un panneau solaire, pour fournir de l'électricité à un petit dispositif électronique.

L'énergie **thermique** est l'énergie que possède un corps qui est **chaud**. Une plaque de cuisson fait fondre le chocolat !

L'énergie **électrique** fournie à un corps permet à celui-ci de **bouger** (jouet électrique), de **briller** (lampe électrique), de **chauffer** (le radiateur électrique).

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Correction de la fiche n°2.2 : Les différentes énergies\* dans la *dynamo de bicyclette*



Comprends  
mieux

Les actions :		L'énergie fournie :
K. Le pied appuie sur la pédale.		11. La roue fournit de <b>l'énergie mécanique</b> au générateur (elle tourne).
L. La lampe brille.		12. La lampe fournit de <b>l'énergie lumineuse</b> (elle brille) et de <b>l'énergie thermique</b> (si elle chauffe).
M. La roue fait tourner la molette de la dynamo.		13. La dynamo fournit de <b>l'énergie électrique</b> .
N. La pédale fait tourner la roue.		14. Le pied fournit de <b>l'énergie mécanique</b> .
O. La dynamo fournit un courant électrique.		15. Le pédalier fournit de <b>l'énergie mécanique</b> .



Il faut que tu saches que :

L'énergie **mécanique** est l'énergie que possède un corps en **mouvement** (grâce à cette énergie ce corps peut, par exemple, mettre un autre objet en mouvement). Une boule de billard qui roule possède de l'énergie mécanique : si elle percute une seconde boule à l'arrêt, elle peut mettre cette dernière en mouvement.

Remarques :

Un ressort comprimé peut stocker de l'énergie mécanique : lors de sa détente, il peut mettre une petite bille en mouvement

Un objet situé en hauteur stocke aussi, comme le ressort, de l'énergie mécanique : mieux vaut en effet ne pas se prendre sur la tête une pierre qui tomberait du 10<sup>e</sup> étage !

L'énergie **lumineuse** est l'énergie que possède un corps qui **éclaire**. Cette énergie peut être en partie récupérée, par un panneau solaire, pour fournir de l'électricité à un petit dispositif électronique.

L'énergie **thermique** est l'énergie que possède un corps qui est **chaud**. Une plaque de cuisson fait fondre le chocolat !

L'énergie **électrique** fournie à un corps permet à celui-ci de **bouger** (jouet électrique), de **briller** (lampe électrique), de **chauffer** (le radiateur électrique).

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Correction de la fiche n°2.3 : Les différentes énergies\* dans l'éolienne



Comprends  
mieux

Les énergies échangées sont :

Les actions :		L'énergie fournie :
I. Le vent fait tourner les hélices de l'éolienne.		9. Les hélices fournissent de <b>l'énergie mécanique</b> au générateur (elle tourne).
J. Les hélices font tourner l'arbre du générateur.		10. La lampe fournit de <b>l'énergie lumineuse</b> (elle brille) et de <b>l'énergie thermique</b> (si elle chauffe) à la pièce.
K. Le générateur fournit de l'électricité à l'ampoule électrique.		11. Le générateur fournit de <b>l'énergie électrique</b> à la lampe.
L. L'ampoule électrique éclaire la pièce et chauffe (sauf si il s'agit de la LED).		12. Le vent fournit de <b>l'énergie mécanique</b> aux hélices.



Il faut que tu saches que :

L'énergie **mécanique** est l'énergie que possède un corps en **mouvement** (grâce à cette énergie ce corps peut, par exemple, mettre un autre objet en mouvement). Une boule de billard qui roule possède de l'énergie mécanique : si elle percute une seconde boule à l'arrêt, elle peut mettre cette dernière en mouvement.

Remarques :

- un ressort comprimé peut stocker de l'énergie mécanique : lors de sa détente, il peut mettre une petite bille en mouvement ;
- un objet situé en hauteur stocke aussi, comme le ressort, de l'énergie mécanique : mieux vaut en effet ne pas se prendre sur la tête une pierre qui tomberait du 10<sup>e</sup> étage !

L'énergie **lumineuse** est l'énergie que possède un corps qui **éclaire**. Cette énergie peut être en partie récupérée, par un panneau solaire, pour fournir de l'électricité à un petit dispositif électronique.

L'énergie **thermique** est l'énergie que possède un corps qui est **chaud**. Une plaque de cuisson fait fondre le chocolat !

L'énergie **électrique** fournie à un corps permet à celui-ci de **bouger** (jouet électrique), de **briller** (lampe électrique), de **chauffer** (le radiateur électrique).

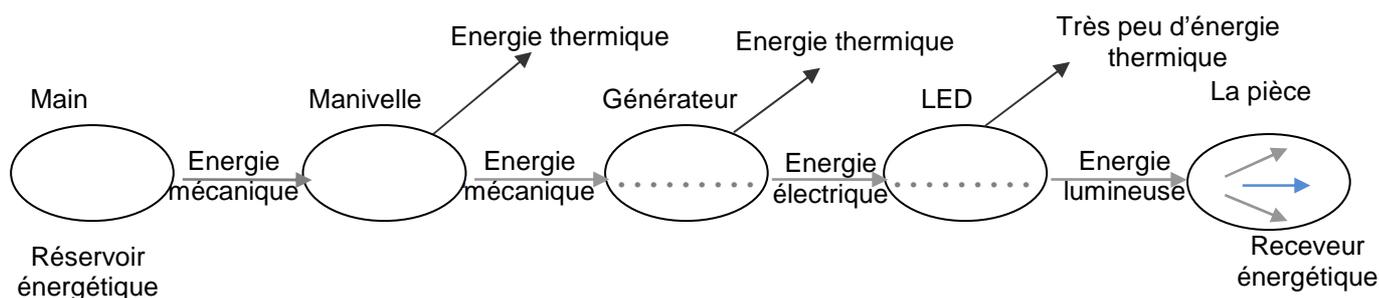
\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Correction de la fiche n°3.1 : Transformations d'énergie\* dans la *lampe de poche dynamo*



Comprends  
mieux

Les différentes transformations d'énergie sont :



1. La main **fait tourner** la manivelle : elle transmet donc de l'énergie **mécanique**.
2. La manivelle tourne et **fait tourner** l'axe du générateur : elle transmet donc de l'énergie **mécanique**.
3. Le générateur produit un **courant électrique** : il fournit donc de l'énergie **électrique**.
4. L'ampoule **éclaire** la pièce : elle fournit donc de l'énergie **lumineuse**.
5. L'ampoule, s'il s'agit d'une ampoule à incandescence, **chauffe** et donc perd une partie de son énergie sous forme **thermique**. On dit « perd » de l'énergie car le but d'une ampoule est d'éclairer et non pas de chauffer. C'est pour cette raison que les ampoules à filament (incandescence) vont être retirées du marché progressivement à partir de l'horizon 2012.

\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

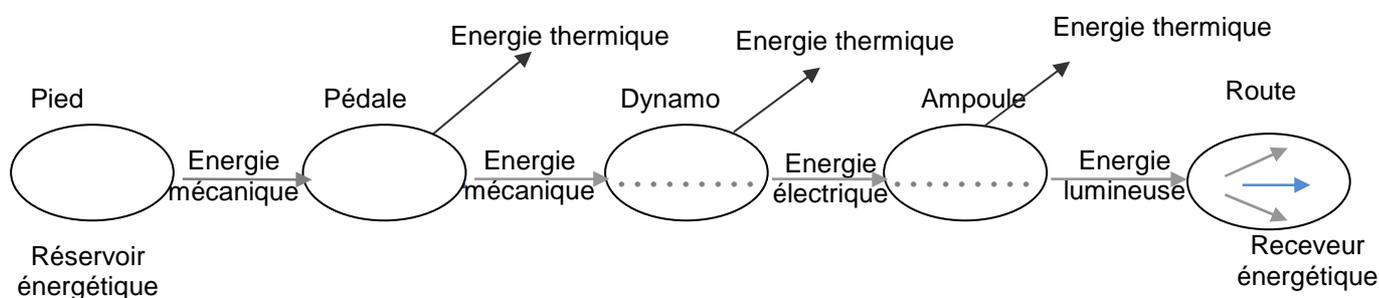
## Correction de la fiche n°3.2 : Transformations d'énergie dans la *dynamo de bicyclette*.



Comprends mieux



Pour que la lampe brille il faut que l'énergie\* fournie par le cycliste soit transformée\* en énergie lumineuse, quelles sont ces transformations\* d'énergie et où se font-elles ? Note les dans ton cahier de bord.



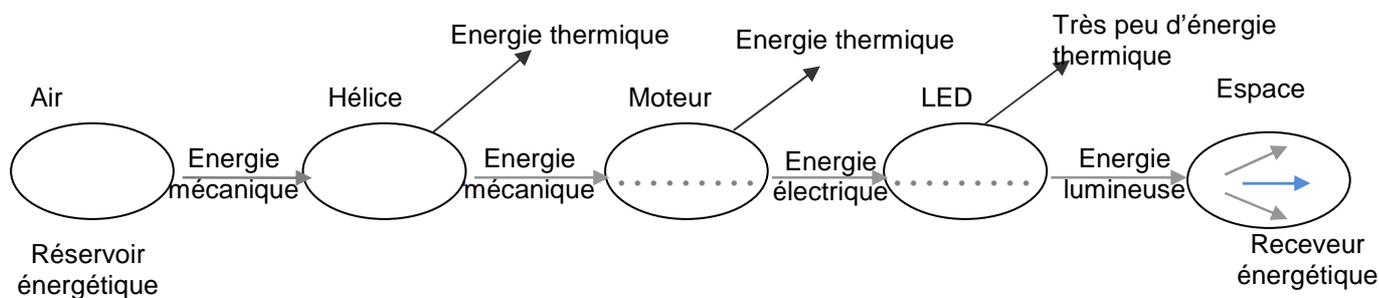
1. Le pied **fait tourner** la pédale : il transmet donc de l'énergie **mécanique**.
2. La pédale tourne et **fait tourner** la molette de la dynamo : elle transmet donc de l'énergie **mécanique**.
3. La dynamo produit un **courant électrique** : elle fournit donc de l'énergie **électrique**.
4. L'ampoule **éclaire** la route : elle fournit donc de l'énergie **lumineuse**.
5. L'ampoule de ta bicyclette est probablement une ampoule classique qui consomme beaucoup d'énergie. En effet, une partie de l'énergie fournie à l'ampoule passe sous forme **thermique** (l'ampoule chauffe) et est donc perdue (le but d'une ampoule est d'éclairer et non pas de chauffer). C'est pour cette raison que les ampoules à filament (incandescence) vont être retirées du marché progressivement à partir de l'horizon 2012.

*Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.*



Comprends  
mieux

## Correction de la fiche n°3.3 : Les transformations\* d'énergie\* dans ton éolienne !



1. Le sèche-cheveux met l'air en **mouvement** : il transmet donc de l'énergie **mécanique**.
2. L'air fait tourner l'hélice : il transmet donc de l'énergie **mécanique**.
3. L'hélice fait tourner l'alternateur : elle transmet donc aussi de l'énergie **mécanique**.
4. L'alternateur produit un **courant électrique** : il fournit donc de l'énergie **électrique**.
5. La lampe **brille** dans la pièce : elle fournit donc de l'énergie **lumineuse**.
6. Le sèche-cheveux **chauffe** (c'est son objectif dans notre vie quotidienne mais ce n'est pas pour cette raison qu'il est employé ici. Il fournit donc aussi de l'énergie **thermique**).
7. Les pièces situées à l'intérieur de l'hélice et de l'alternateur **frottent** malheureusement les unes contre les autres et donc produisent aussi de la **chaleur**. Une partie de l'énergie fournie par l'hélice ou l'alternateur est donc perdue sous forme **thermique**.
8. L'ampoule classique (à filament) perd une partie de l'énergie, qui lui est fournie, en chauffant : une ampoule à incandescence perd 95% de l'énergie reçue en chauffant et donc seuls 5 % de l'énergie reçue sert à éclairer ! L'énergie ainsi perdue est de l'énergie **thermique**. C'est pour cette raison que les ampoules à filament (incandescence) vont être retirées du marché progressivement à partir de l'horizon 2012.

La LED utilise presque toute l'énergie reçue pour éclairer. Il y a très peu d'énergie thermique perdue.

Si tu rencontres des difficultés, retourne aux fiches n° 1 (1, 2 et 3), 2 (1, 2 et 3), 3 (1 et 2)

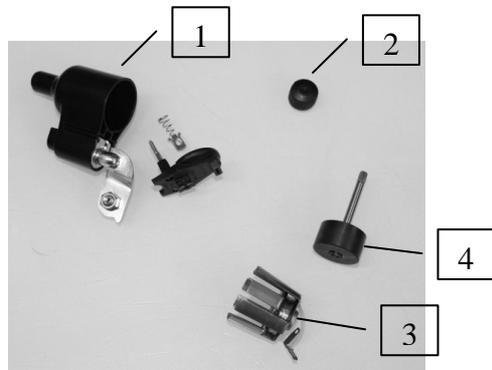


\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

## Correction de la fiche n°1 : Qu'y a-t-il dans une dynamo de bicyclette ?



Les éléments qui se trouvent à l'intérieur de la dynamo de bicyclette sont :

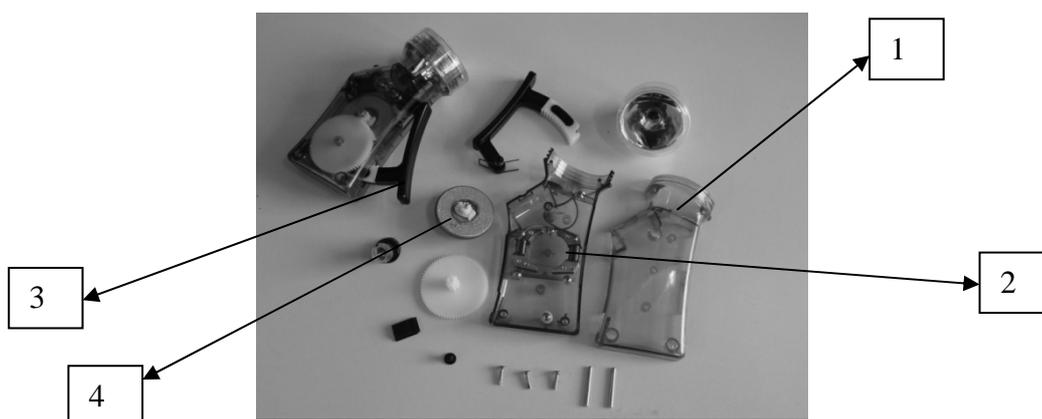


1. Le boîtier
2. La molette
3. La bobine de fil électrique
4. L'aimant

Correction de la fiche n°2 : Qu'y a-t-il dans la  
*lampe de poche dynamo* ?



Les éléments qui se trouvent à l'intérieur de la *lampe de poche dynamo* sont :

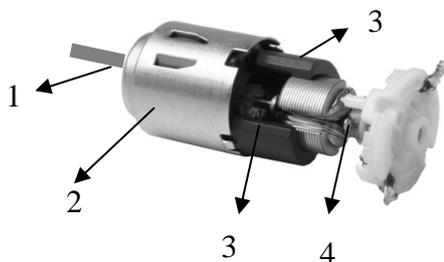


1. Le boîtier
2. La bobine de fil électrique
3. La manette
4. L'aimant.

## Correction de la fiche n°3 : Qu'y a-t-il dans un *moteur électrique* ?



Les éléments qui se trouvent à l'intérieur d'un petit moteur de jouet électrique sont :



1. L'axe d'entraînement (ou l'arbre ou axe) du moteur
2. Le boîtier du moteur
3. L'aimant
4. La bobine de cuivre (le fil électrique)

## Correction de la fiche n°4 : Peut-on utiliser un moteur comme générateur ?



Va plus loin



Certains jouets des petits enfants, comme le lapin bien connu qui tape sur son tambour, contiennent un moteur qui fait bouger le jouet.

Lorsque la pile est placée à l'intérieur et que l'interrupteur est fermé, le moteur se met en action, le lapin remue les bras et joue du tambour. C'est le principe du moteur électrique : raccordé à une source d'énergie électrique (la pile), le moteur permet à l'objet de bouger.

On peut « raisonner à l'envers » et se dire : si au contraire, on agite les bras du lapin, alors le moteur produira du courant et deviendra un générateur ! C'est bien le cas : si l'on bouge les bras du lapin, l'axe du moteur se met à tourner et, comme la dynamo de la bicyclette ou la lampe dynamo, le moteur produit du courant.

De plus, si l'on compare les composants internes du moteur, de la dynamo et de la lampe dynamo, on constate qu'ils sont identiques.

On peut donc essayer de se servir d'un petit moteur pour faire briller une petite lampe.

## ANNEXE 9 – Lexiques

### Lexique pour la construction du jeu électro

**Bornes d'une pile :** les deux extrémités de la pile qui permettent de relier celle-ci à un circuit électrique.

Les *bornes* des piles *crayon* :

- la *borne positive* (signe +) se trouve sur l'extrémité en relief
- la *borne négative* (signe-) se trouve sur l'autre extrémité.



Les *bornes* de la pile de 4,5 V sont les deux languettes métalliques. :

- la plus grande est la *borne positive* (signe +)
- la plus petite est la *borne négative* (signe -).



**Circuit électrique :** (circuit : parcours - exemple : circuit touristique, circuit automobile,...)

Le circuit électrique est l'ensemble des différents éléments : la pile, les fils électriques l'ampoule et l'interrupteur.

Le circuit électrique peut être :

- soit fermé (dans ce cas, le courant électrique circule à l'intérieur du circuit)
- soit ouvert (dans ce cas, le courant électrique ne circule pas dans le circuit).

**Conducteur électrique :** (conducteur : qui conduit)

Le conducteur électrique conduit l'électricité, il permet au courant électrique de circuler. Exemples : les fils électriques, le papier aluminium, le trombone métallique, objets métalliques, l'eau.



**Connecter :** Relier, raccorder, certains éléments entre eux. Exemple : connecter la pile au circuit.

**Connexion :** Action de relier des éléments. Exemple : faire la connexion entre la pile électrique et l'ampoule électrique.

**Convention :** (Règle provenant d'un accord entre plusieurs personnes).

Choix de différents symboles pour représenter les éléments d'un circuit électrique. Si les personnes qui travaillent ensemble n'utilisent pas la même convention, alors elles ne se comprennent pas.

Exemples : l'ampoule :  la pile ;  , ...

**Court-circuit :** Liaison (en général non-voulue !) entre deux points d'un circuit électrique qui, dans notre cas, perturbe le circuit (ici : avec un fil électrique ou avec du papier aluminium).

**Dénuder un fil électrique** : Enlever, avec la pince spéciale, quelques centimètres de la gaine en caoutchouc (ce caoutchouc isole le fil électrique pour des raisons de sécurité), afin de pouvoir établir de bons contacts électriques.

**Disjoncteur** : Interrupteur automatique qui ouvre le circuit électrique pour des raisons de sécurité, et empêche donc ainsi le courant de circuler.

**Electrocution** : Effets négatifs du courant électrique sur le corps humain. Exemples : brûlure, problème respiratoire, problème cardiaque ...

**Fusible** : Petit fil métallique très fin qui peut fondre si le courant électrique devient trop fort, provoquant l'ouverture du circuit électrique, et empêchant ainsi l'incendie. Il faut remplacer le fusible quand il est cassé.

**Isolant électrique** : (isolant : qui isole, qui sépare)

L'isolant électrique empêche le passage du courant électrique. Exemples : les plastiques, le bois, le verre...

**Isoler** : (séparer un objet des objets environnants)

Isoler électriquement : mettre hors de contact avec tout corps conducteur électrique.

Exemple : le manche en plastique du tournevis isole l'électricien du courant électrique et donc le protège de ses dangers.

**Pile électrique** : une pile électrique est un système qui transforme de l'énergie chimique en énergie électrique. Cette énergie électrique permet de faire circuler un courant lorsque la pile est connectée à un circuit.

- Pile de 1,5 V (appelée aussi « pile crayon » à cause de sa forme)



- Pile de 4,5V (appelée parfois « pile plate » à cause de sa forme)



**Pince à dénuder** : Cette pince permet d'enlever une partie de la gaine en caoutchouc recouvrant un fil électrique. Il faut bien régler la vis de la pince pour enlever la gaine sans couper les fils de cuivre à l'intérieur !



**Raccorder** : Relier, réunir, deux choses séparées. Exemple : raccorder la lampe au circuit électrique.

**Représentation graphique** : Image, dessin, figure, symbole, signe, schéma qui représentent un phénomène, un objet, une idée. Ici le schéma électrique représente le circuit électrique du jeu électro.

**Schéma** : Dessin réalisé avec des conventions acceptées et employées par tout le monde (voir convention).

**Support pour ampoule** : Objet sur lequel on visse l'ampoule avant de



le raccorder au circuit électrique. Les contacts se font grâce aux deux vis qui se trouvent de chaque côté du support

### ***Lexique pour la construction de l'éolienne***

**Aérodynamique** : forme construite pour réduire les frottements avec l'air (exemple : voiture à la forme aérodynamique)

**Aéromodélisme** : construction et vol des modèles réduits d'avions.

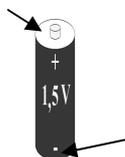
**Aimant** : objet qui attire le fer.

**Arbre (ou axe) d'un moteur** : tige qui transmet le mouvement. Exemple : l'arbre transmet le mouvement de l'hélice à l'aimant qui se trouve à l'intérieur du moteur (qui va donc se mettre à tourner aussi).

**Bornes d'une pile** : les deux extrémités de la pile qui permettent de relier celle-ci au circuit électrique.

Les *bornes* des piles *crayon* :

- la *borne positive* (signe +) se trouve sur l'extrémité en relief
- la *borne négative* (signe-) se trouve sur l'autre extrémité.



Les *bornes* de la pile de 4,5 V sont les deux languettes métalliques. :

- la plus grande est la *borne positive* (signe +)
- la plus petite est la *borne négative* (signe -).



**Circuit électrique** : (circuit : parcours qui part d'un point et qui revient au même point - exemple : circuit touristique, circuit automobile,...)

Le circuit électrique est l'ensemble des différents éléments (comme la pile, les fils électriques l'ampoule et l'interrupteur) parcouru par le courant électrique. Le circuit électrique peut être ouvert ou fermé.

**Conducteur électrique** : (conducteur : qui conduit)

Conducteur électrique : qui conduit l'électricité, qui permet au courant électrique de circuler. Exemples : les fils électriques, le papier aluminium, le trombone métallique, objets métalliques, l'eau.

**Connecter** : Relier, raccorder, certains éléments entre eux. Exemple : connecter la pile au circuit.

**Connexion** : Action de mettre des éléments en relation. Exemple : faire la connexion entre la pile électrique et l'ampoule électrique.

**Dynamo de bicyclette :** Système qui transforme l'énergie mécanique (tu pédales sur ton vélo) en énergie électrique (la lampe brille).



**Dénuder un fil électrique :** Enlever quelques centimètres de la gaine en caoutchouc avec la pince spéciale pour que les contacts électriques soient bons.

**Energie :** Capacité d'un système à effectuer un travail :

Exemples :

- le vent est capable de faire tourner l'hélice, le vent possède donc de l'énergie ;
- le cycliste peut faire avancer son vélo, le cycliste possède donc de l'énergie ;
- la pile permet à l'ampoule de briller, la pile possède de l'énergie ;
- le voyageur soulève sa valise, il possède de l'énergie ; ...

**Energie mécanique :** C'est l'énergie particulière que possède un objet lorsqu'il est en mouvement. Exemples : le vélo qui roule possède de l'énergie mécanique (il peut renverser un enfant sur la route), l'hélice qui tourne possède de l'énergie mécanique (elle peut faire tourner l'axe de la dynamo), la pierre qui tombe possède de l'énergie mécanique (elle peut blesser le pied sur lequel elle tombe)...

**Eolienne :**  Nous ne te donnons pas cette définition, à toi de la construire à partir de ce que tu as découvert lors de ce travail.

**Générateur électrique :** Système qui transforme une forme d'énergie en énergie électrique. Exemples : la **pile** transforme l'énergie chimique en énergie électrique, l'**éolienne** transforme l'énergie du vent en énergie électrique, le **panneau solaire** transforme l'énergie fournie par le Soleil en énergie électrique, la **dynamo de bicyclette** transforme l'énergie fournie par les muscles en énergie électrique ...

**Isolant électrique :** (isolant : qui isole, qui s'épare)

Isolant électrique : qui empêche le passage du courant électrique.

Exemples : les plastiques, le bois, le verre...

**Lampe de poche dynamo :** Petite lampe qui fonctionne sans pile, mais à partir de l'énergie mécanique fournie par la main qui actionne la manivelle ou la poignée.



**LED :** Ampoule électrique à faible consommation d'énergie, cette ampoule est de plus en plus utilisée pour cette raison.



**Moteur électrique :** Appareil qui transforme l'énergie électrique reçue en énergie mécanique ; un moteur électrique est donc capable de créer un mouvement.



Exemple : les moteurs électriques sont présents un peu partout, comme dans les jouets

alimentés par une pile et qui peuvent dès lors bouger.

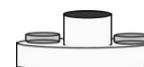
**Moyeu de l'hélice :** Partie centrale de l'hélice sur laquelle sont attachées les pièces qui doivent tourner autour de l'axe de rotation.

**Pince à dénuder :** Cette pince permet d'enlever une partie de la gaine en caoutchouc recouvrant un fil électrique. Il faut bien régler la vis de la pince pour enlever la gaine sans couper les fils de cuivre à l'intérieur.



**Raccorder :** Relier, réunir, deux choses séparées.  
Exemple : raccorder la lampe au circuit électrique.

**Support pour ampoule :** Objet sur lequel on visse l'ampoule avant de raccorder celui-ci au circuit électrique. Les contacts se font grâce aux deux vis qui se trouvent de chaque côté du support



**Support pour LED :** Supports très pratiques mais fragiles pour fixer les LED.



**Système d'entraînement :** Mécanisme qui va entraîner (faire tourner) l'aimant dans la dynamo ou dans le moteur.

**Thermique :** qui est en relation avec la chaleur.

Exemple : une ampoule classique chauffe lorsqu'elle fonctionne. Elle perd donc beaucoup de son énergie par *effet thermique*.

## ANNEXE 10 - Ecoles contactées pour le groupe contrôle

Institut du Sacré-Cœur  
Rue des Dames 77  
7080 Frameries

Athénée Royal de Quiévrain  
Rue Debast 26  
7380 Quiévrain

Institut Saint-Luc  
Rue Saint-Luc 3  
7000 Mons

Institut Saint-Joseph (DOA)  
Rue G. Boël 55  
7100 La Louvière

Institut Saint-Ferdinand  
Avenue Maréchal Foch 824  
7012 Jemappes

Athénée Royal de La Louvière  
Rue de Bouvy 15  
7100 La Louvière

Collège Saint-Vincent (DOA)  
Chemin de Nivelles 7 bis  
7060 Soignies

Athénée Royal Jules Bordet  
Boulevard Roosevelt 27  
7060 Soignies

Institut La Sainte-Union  
Rue du Roi Albert 10  
7370 Dour

Athénée Royal de Braine-le-Comte  
Rue de Mons 87  
7090 Braine-le-Comte

Institut Communal d'Enseignement  
Secondaire  
Grand-Place  
7390 Quaregnon

Lycée Provincial des Sciences et des  
Technologies  
Rue de la Station 59  
7060 Soignies

Institut Provincial d'Enseignement  
Charles Deliege  
Rue des Archers 12  
7130 Binche

Institut Provincial d'Enseignement  
Secondaire Léon Hurez  
Rue de Bonne Espérance 1  
7100 La Louvière

Athénée Royal de Dour  
Rue de l'Athénée 23  
7370 Dour

Collège Notre-Dame de Bon-Secours  
Rue de Merbes 25  
7130 Binche

Institut Sainte-Thérèse  
Grand-Rue 79  
7170 Manage

Séminaire de Bonne-Espérance  
Rue Jurion 22  
7130 Estinnes

Lycée Provincial Albert Libiez  
Avenue Fénélon 48  
7340 Paturages

## ANNEXE 11 - Ecoles contactées pour le groupe expérimental

Centre Scolaire Saint-Stanislas  
Rue des Dominicains 15  
7000 Mons

Institut de la Sainte-Famille  
Avenue Du Tir 12  
7000 Mons

Institut Du Sacré-Cœur  
Rue des Dominicains 9  
7000 Mons

Collège Sainte-Marie  
Rue du Port 115/117  
7330 Saint-Ghislain

Ecole Internationale Le Verseau ELCE  
Rue Dom Berlière 7  
6041 Gosselies

Athénée Royal de Saint-Ghislain  
Avenue de l'Enseignement 2  
7330 Saint-Ghislain

Institut Saint-André  
Rue du Parc, 6  
6000 Charleroi

Lycée de la Communauté française  
Charles Plisnier  
Rue de Sas 75  
7330 Saint-Ghislain

Institut Notre-Dame  
Rue de Marcinelle 41  
6000 Charleroi

Athénée Royal Ernest Solvay  
Boulevard Emile Devreux 27  
6000 Charleroi

Centre Scolaire du Sacré-Cœur  
Boulevard Audent 58  
6000 Charleroi

Centre éducatif communal secondaire  
« La Garenne »  
Rue de Lodelinsart 200  
6000 Charleroi

Institut Saint-Joseph  
Boulevard de l'Yser 12  
6000 Charleroi

Université du Travail – Institut Jean Jaurès  
Rue de la Broucheterre 52B  
6000 Charleroi

Athénée Royal Marguerite Bervoets  
Avenue Victor Maistriau 11  
7000 Mons

Athénée Provincial Jean d'Avesnes  
Avenue du Gouverneur Emile Cor  
7000 Mons

Athénée Royal Mons I  
Rue de l'Athénée 4  
7000 Mons

Institut d'Enseignement Secondaire  
Provincial  
Rue des Estampes 2  
7000 Mons

Ecole du Shape Section Belge  
Avenue de Paris 705  
7010 Shape

Athénée Provincial  
Boulevard du Tivoli 2B  
7100 La Louvière

**ANNEXE 12 – Test SAVOIRS (Electricité)**

Date : .....

**SAVOIRS  
ELECTRICITE**

Ecole : .....

Nom : .....

Année : .....

Date de naissance : .....

Sexe : .....

*Observons tes connaissances en électricité...*

1. **Rédige** une définition correcte pour chaque proposition.

Un isolant électrique

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Un conducteur électrique

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Un circuit électrique fermé

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Un circuit électrique ouvert

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. **Réalise** un dessin ou un schéma définissant correctement chaque proposition.

(⚠ N'oublie pas d'utiliser une légende pour expliquer ton dessin ou ton schéma).

Un circuit électrique fermé

Un circuit électrique ouvert

3. Pour chaque objet, apparie correctement une définition et un groupe d'images.

Définitions		Illustrations					
A	Objet qui conduit l'électricité, qui permet au courant électrique de circuler	E					
			Sparadrap	Coton-tige	Elastiques	Eponge	Blaireau en bois
B	Objet qui conduit l'électricité dans un seul sens	F					
			Coupe-ongle	Epingles à nourrice	Trompette en métal	Boucles d'oreille	Taille-crayon
C	Objet qui empêche toujours le passage de l'électricité	G					
			Bol en porcelaine	Fer à cheval	Bobine de fil	Jantes de vélo	Sac poubelle
D	Objet qui empêche le passage de l'électricité pendant une durée déterminée						

Inscris tes réponses dans le tableau suivant.

Définition	Images
Objet isolant	
Objet conducteur	

**ANNEXE 13 – Test SAVOIRS (Energie)**

Date : .....

**SAVOIRS**  
**ENERGIE**

Ecole : .....

Nom : .....

Année : .....

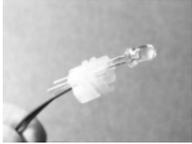
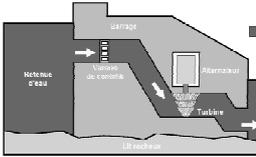
Date de naissance : .....

Sexe : .....





3. Pour chaque situation, associe correctement la transformation d'énergie à ses illustrations (aux transformateurs).

Transformation d'énergie	Illustrations				
A	Transformation d'énergie mécanique en énergie électrique.	E			
			LED	Ampoule	Ampoule économique
B	Transformation d'énergie électrique en énergie lumineuse.	F			
			Éolienne	Dynamo de bicyclette	Centrale hydraulique
C	Transformation d'énergie électrique en énergie thermique.	G			
			Radiateur électrique	Plaque de cuisson	Grille-pain

Inscris tes réponses dans le tableau suivant.

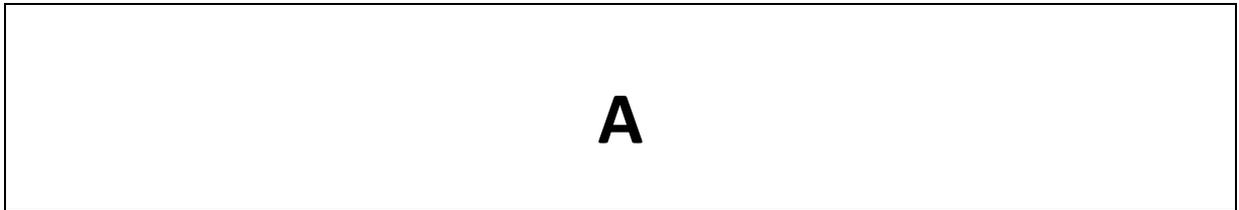
Transformations d'énergie

A  
B  
C

Illustrations

**ANNEXE 14 – Test COMPETENCES A (Masse volumique)**

Date : .....



Ecole : .....

Nom : .....

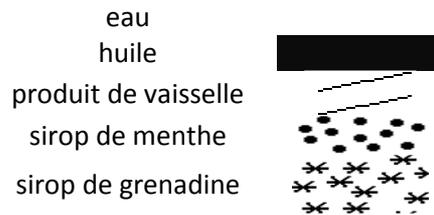
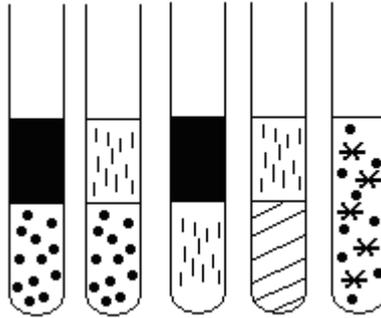
Année : .....

Date de naissance : .....

Sexe : .....

## Découvrons les liquides et leurs propriétés

1. Voici différents liquides qui ont été versés délicatement dans des éprouvettes.



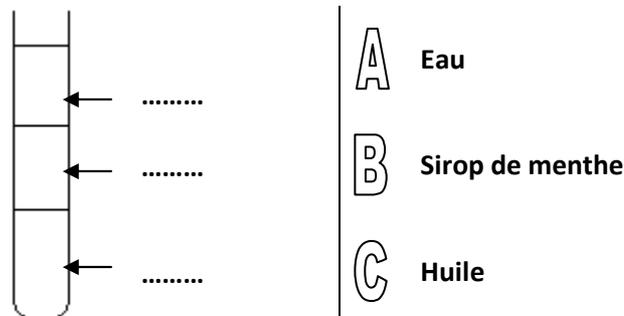
	Eau	Sirop de menthe	Huile	Sirop de grenadine	Produit vaisselle
Masse volumique	1 g/cm <sup>3</sup>	> 1 g/cm <sup>3</sup>	< 1 g/cm <sup>3</sup>	> 1 g/cm <sup>3</sup>	> 1 g/cm <sup>3</sup>
Viscosité <sup>25</sup>	Faible	Forte	Forte	Forte	Assez forte
Couleur	Incolore	Vert	Jaune	Rouge	Jaune

a. **Trace** une croix dans la case qui convient.

	intervient dans la position des liquides l'un par rapport à l'autre.	n'intervient pas dans la position des liquides l'un par rapport à l'autre.
La masse volumique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La couleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La viscosité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b. On a versé délicatement trois liquides dans une éprouvette. Quelle est leur position ?

**Complète** ce schéma en écrivant chaque lettre à l'endroit qui convient.



<sup>25</sup> En physique, la **viscosité** désigne la capacité d'un fluide à s'écouler. En langage courant, on utilise aussi le terme *fluidité*.

c. Quelles sont tes hypothèses ?

**Explique** pourquoi, selon toi, tous les liquides ne se mélangent pas.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d. Pour chaque proposition, **entoure** la réponse correcte en te basant sur les résultats de l'expérience et **corrige** lorsque c'est faux.

Tous les liquides ont la même masse volumique.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

.....

Lorsqu'on verse plusieurs liquides dans un récipient, la manière dont ils vont se superposer dépend de leur couleur.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

.....

Dans un même récipient, deux liquides qui ont la même masse volumique ne se superposent pas, ils se mélangent.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

.....

Dans un même récipient, deux liquides qui ont des masses volumiques différentes se superposent.

VRAI  
FAUX

Correction : .....

.....

.....

2. Sachant que l'eau a une masse volumique de  $1\text{g/cm}^3$ , **classe** les liquides en fonction de leur masse volumique en **écriv**ant chaque lettre dans la colonne adéquate.

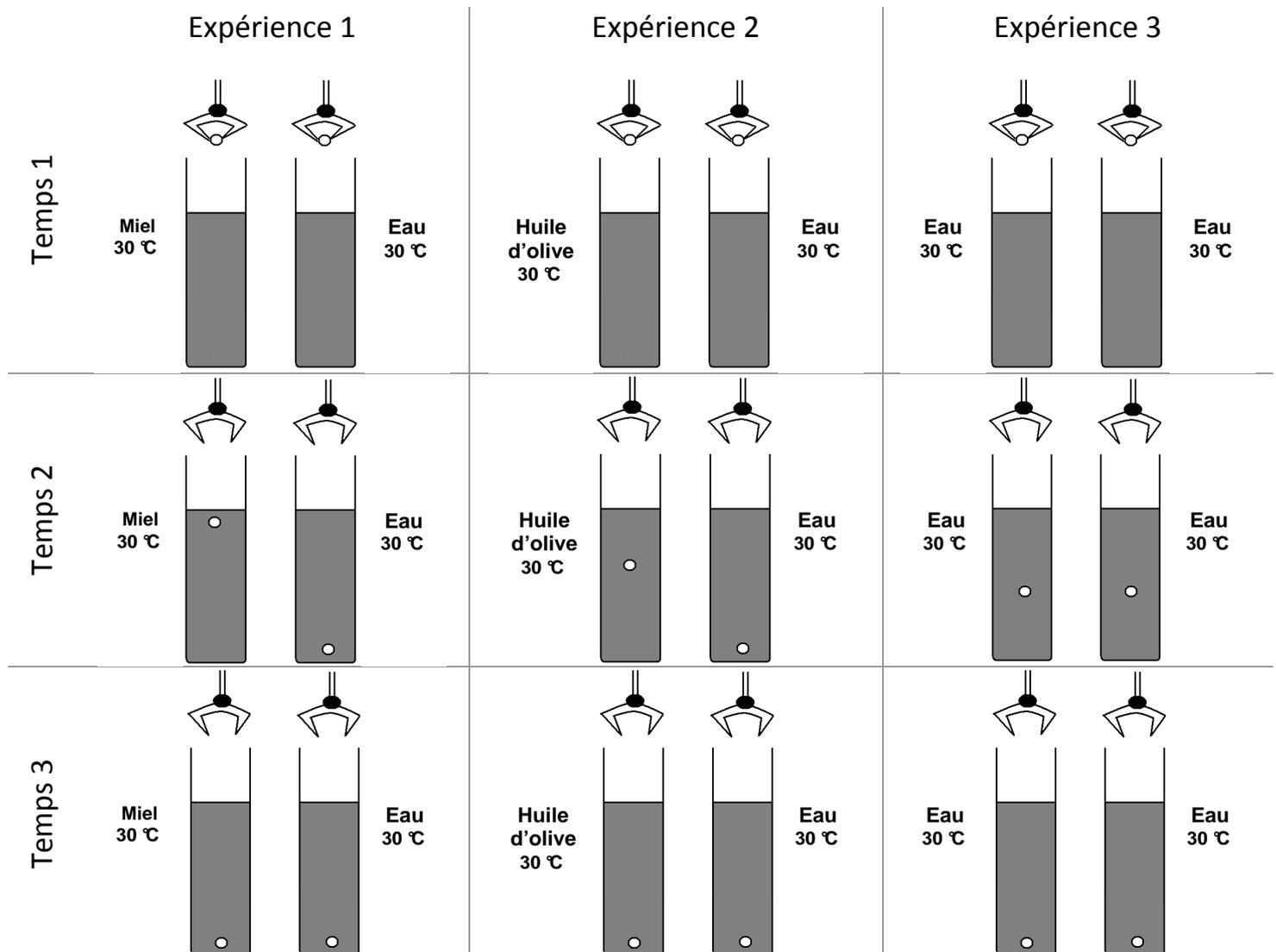
A	Alcool méthylique	$0,79\text{ g/cm}^3$
B	Mercure	$13,55\text{ g/cm}^3$
C	Eau distillée	$1,00\text{ g/cm}^3$
D	Huile à cuisson	$0,92\text{ g/cm}^3$
E	Térébenthine	$0,87\text{ g/cm}^3$
F	Essence	$0,84\text{ g/cm}^3$
G	Sirop de maïs	$1,38\text{ g/cm}^3$
H	Glycérine	$1,26\text{ g/cm}^3$

< EAU

= EAU

> EAU

3. Dans une classe, on s'est posé la question : « Est-ce que tous les liquides sont identiques ? ». Certains élèves pensent que « oui » tandis que d'autres ne parviennent pas à se prononcer. Afin de répondre à cette question, les élèves ont effectué trois expériences avec des liquides différents. Voici le dessin de ce qu'ils observent à trois moments différents



Voici les conclusions des élèves :

**Les liquides ne se ressemblent pas. Certains sont fluides et coulent facilement. D'autres sont épais et visqueux. Par exemple, le miel s'écoule plus lentement que l'eau.**

Après quelques recherches, ils apprennent que la résistance d'un liquide à l'écoulement est appelée viscosité. Elle varie en fonction des liquides et même de la température.

**Identifie** les conditions de réalisation de ces trois expériences en **répondant** aux questions suivantes.

a. De quels accessoires a-t-on besoin pour réaliser ces expériences ?

.....

.....

.....

.....

b. Que doit-on mesurer afin de comparer la viscosité de deux liquides ?

.....

.....

.....

.....

4. Voici la description d'une expérience réalisée en classe.

Les objets utilisés dans l'expérience sont :

de l'eau colorée



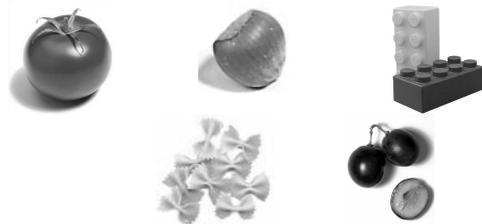
du sirop



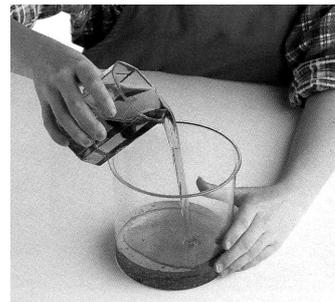
de l'huile végétale



quelques objets à faire flotter



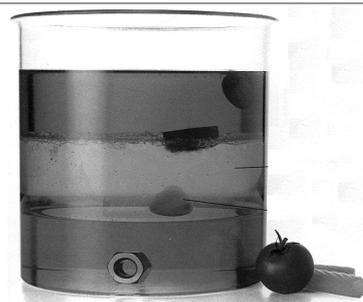
1. Tu verses soigneusement du sirop dans le récipient, en le remplissant au quart de sa hauteur.



2. Tu verses la même quantité d'huile végétale dans le récipient, et enfin la même quantité d'eau colorée.



3. Les liquides forment trois couches séparées les unes sur les autres. Tu ajoutes maintenant les objets.



4. Les objets s'enfoncent jusqu'à atteindre un liquide d'une masse volumique plus forte que la leur, sur lequel ils flottent.

Voici quelques conclusions que tu pourrais tirer... **Entoure** la réponse correcte pour chaque proposition.

Les liquides ayant une masse volumique plus importante ne laissent pas descendre les objets qui sont trop légers. VRAI  
FAUX

Tous les liquides ont la même masse volumique. VRAI  
FAUX

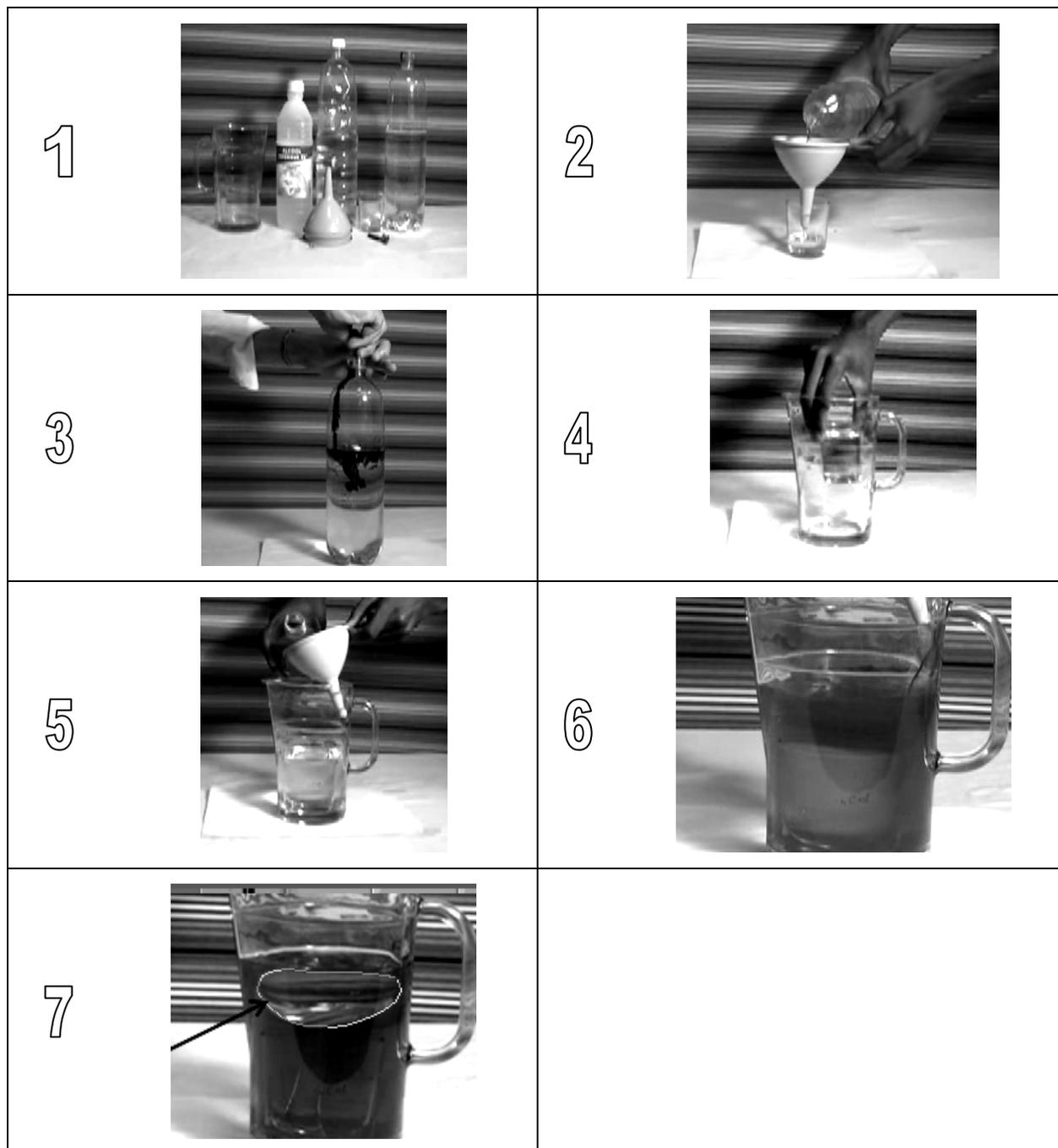
Certains objets descendent au fond du récipient car leur masse volumique est moins importante que les liquides qu'ils traversent. VRAI  
FAUX

Dans cette expérience, l'eau est plus dense que l'huile mais moins que le sirop. VRAI  
FAUX

5. Dans une classe, on s'est posé la question : « Que se passe-t-il si on mélange deux liquides ayant une masse volumique différente ? ».

Beaucoup d'élèves avaient des avis différents, ils ont donc fait une expérience pour comprendre ce phénomène.

Voici des photos présentant cette expérience. Elles ne sont pas dans l'ordre. **Observe** attentivement chacune d'elles.



Voici les commentaires que les élèves ont rédigés pour chaque étape.

A	Présentation des accessoires nécessaires à l'expérience : <ul style="list-style-type: none"> <li>• de l'huile ;</li> <li>• un verre ;</li> <li>• une carafe ;</li> <li>• de l'alcool à 70% ;</li> <li>• du colorant (une cartouche d'encre par exemple).</li> </ul>
B	Je verse un peu de colorant dans l'alcool afin de le colorer.
C	Je remplis le verre d'huile.
D	Je place le verre rempli d'huile dans la carafe.
E	Lorsque les liquides entrent en contact, ils se mettent à mousser.
F	Je commence à verser l'alcool coloré dans la carafe.
G	Pendant que je verse l'eau colorée, les deux liquides semblent se mélanger.
H	Les deux liquides de la carafe ne se mélangent pas, ils se superposent.
I	La carafe déborde car on verse trop de liquide.

Pour chaque photo, **retrouve** le commentaire correspondant à chaque étape et **inscris** la lettre dans le tableau ci-dessous.

Etapas	Explications (→ Lettres)
<b>1</b>	.....
<b>2</b>	.....
<b>3</b>	.....
<b>4</b>	.....
<b>5</b>	.....
<b>6</b>	.....
<b>7</b>	.....

**ANNEXE 15 – Test COMPETENCES B (Chaleur)**

Date : .....

**PRE-TEST**  
**B**

Ecole : .....

Nom : .....

Année : .....

Date de naissance : .....

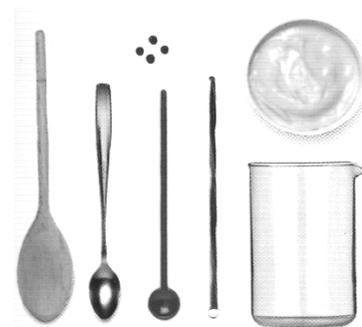
Sexe : .....

## Découvrons la chaleur et ses propriétés...

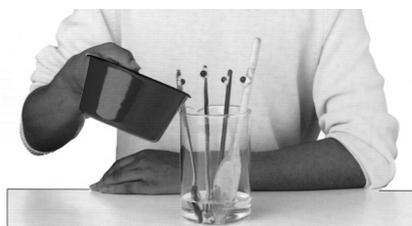
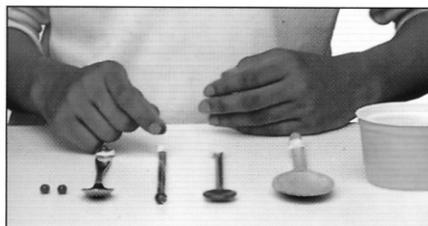
1. Dans une classe, une expérience est réalisée afin d'observer la conductibilité thermique de certains matériaux.

**Observe** attentivement cette expérience. Pour cette expérience, les élèves ont besoin de

- un grand verre
- des perles identiques
- du beurre
- une casserole d'eau
- quelques objets à tester : paille, cuillères en bois, en métal et en plastique.



Pour la conductibilité thermique de ces objets, on colle une perle sur chaque objet. Ensuite, on mesure combien de temps chaque perle reste collée.



Observations :

« Toutes les perles ne détachent pas au même moment. »

	Cuillère 1	Cuillère 2	Cuillère 3	Paille
Matière	Bois	Métal	Plastique	Plastique
Poids	20 g	25 g	10 g	3 g
Couleur	Brun	Gris	Rouge	Bleu
Taille	20 cm	15 cm	15 cm	15 cm
La perle se détache de l'objet après...	4 min	3 min	3 min 30	3 min 40

- a. **Trace** une croix dans la case qui convient.

intervient dans le temps que reste collée la perle.

n'intervient pas dans le temps que reste collée la perle.

- La matière
- La masse
- La couleur
- La longueur

b. **Classe** les objets de l'expérience du plus conducteur au moins conducteur thermique.

Objet le plus conducteur thermique .....



Objet le moins conducteur thermique .....

c. Que retient-on de ces observations ?

**Explique** pourquoi, dans l'expérience, les perles ne tombent pas toutes au même moment.

.....  
 .....

d. Pour chaque proposition, **entoure** la réponse correcte en te basant sur les résultats de l'expérience et **corrige** lorsque c'est faux.

Tous les objets ont tous la même conductibilité thermique.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

Si les perles tombent à des moments différents, c'est parce que la chaleur se répand de manière différente dans les objets de l'expérience.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

La première perle qui tombe est celle qui est placée sur l'objet dont la conductibilité thermique est la meilleure.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

La dernière perle qui tombe est celle qui est placée sur l'objet dont la conductibilité thermique est la meilleure.

VRAI

FAUX

Correction : .....

.....

2. La conductibilité thermique d'un corps permet de mesurer la possibilité qu'a un corps d'absorber ou restituer de l'énergie par échange thermique au cours d'une transformation pendant laquelle sa température varie. Si un objet est chaud, il communique toujours sa chaleur à son environnement, le réchauffant et se refroidissant lui-même.

Sachant que le fer a une chaleur spécifique de 443\*, **classe** en trois colonnes les matériaux en fonction de leur chaleur spécifique.

	Substances	Chaleur spécifique en J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
A	Aluminium	898
B	Acier	447
C	Diamant	518
D	Plomb	130
E	Cuivre	385
F	Eau (liquide)	4169
G	Hélium (gaz)	5180
H	Oxygène (gaz)	915

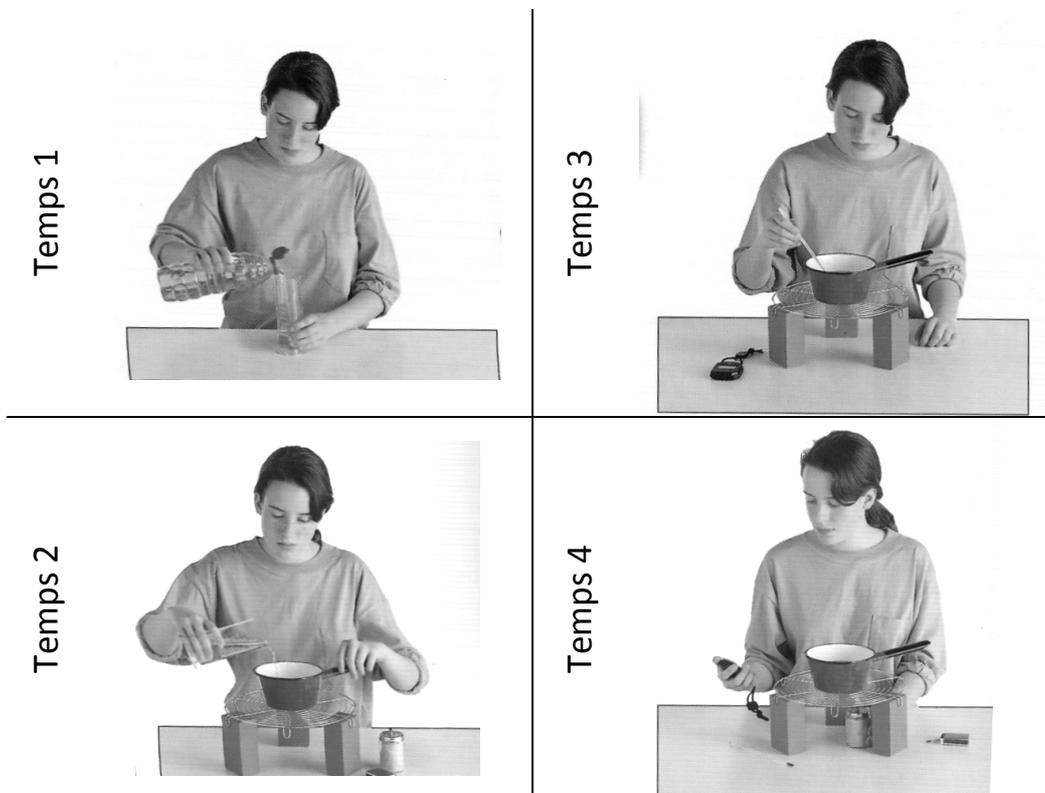
&gt; FER

= FER

&lt; FER

\* Chaleur spécifique calculée en J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> suite à un échauffement à pression constante et (sauf avis contraire) à 298 K (25°C).

3. Dans une classe, on s'est posé la question : « Que se passe-t-il lorsqu'on chauffe des liquides ? Chauffent-ils tous de la même manière ? ». Certains élèves pensent que « oui » tandis que d'autres ne parviennent pas à se prononcer. Afin de répondre à ces questions, ils ont réalisé une expérience dont voici les différentes étapes :



Voici les conclusions des élèves :

**En chauffant séparément chaque liquide pendant une même durée et dans les mêmes conditions, les températures obtenues ne sont pas identiques.**

*Après quelques recherches, ils apprennent que la chaleur n'est pas simplement une douce sensation qui émane du feu ou du Soleil. Ce sont des molécules qui bougent. Plus vite vibrent les molécules d'une substance, plus cette substance est chaude. Tous les objets (liquides, ...) ne sont pas composés des mêmes molécules si bien qu'ils ne se réchauffent pas avec la même rapidité.*

**Identifie** les conditions de réalisation de ces trois expériences en **répondant** aux questions suivantes.

- a. De quels accessoires a-t-on besoin pour réaliser cette expérience ?

.....

.....

.....

b. Que doit-on mesurer afin de comparer la capacité calorifique des liquides utilisés dans l'expérience?

.....

.....

.....

.....

4. Imagine que tu réalises une expérience pour répondre à la question : « Comment lutter contre le feu sans eau ? ». Dans ce cas, tu vas utiliser :



1. Tu fixes la bougie au fond du plat avec la pâte à modeler. Attention, la bougie ne doit pas être plus haute que le plat.

2. Tu saupoudres de la levure autour de la bougie.

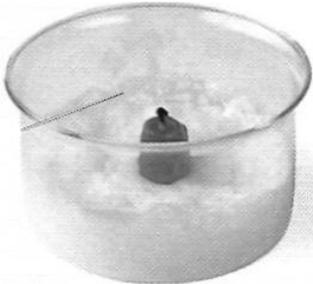
3. Tu demandes à un adulte d'allumer la bougie.

→ *En brûlant, la bougie consomme l'oxygène de l'air.*



4. Tu ajoutes une cuillère à soupe de vinaigre et la levure se met à bouillonner.

→ *Le vinaigre ajouté au bicarbonate présent dans la levure dégage du gaz carbonique. s'étouffe et s'éteint.*



5. Tu attends quelques instants... Tout à coup, la flamme s'éteint mais on ne voit pas pourquoi !

1. *Le gaz carbonique, invisible, emplit le plat et recouvre la flamme, privée d'oxygène, elle s'étouffe et s'éteint.*



6. Tu essaies de rallumer la bougie : c'est impossible !

2. *L'allumette s'éteint en présence de gaz carbonique.*

a. Voici quelques conclusions que tu pourrais tirer... **Entoure** la réponse correcte pour chaque proposition.

La flamme de la bougie a besoin d'oxygène pour briller.

VRAI  
FAUX

Au fur et à mesure que la levure bouillonne, la flamme de la bougie diminue.

VRAI  
FAUX

Le gaz carbonique empêche la flamme de briller.

VRAI  
FAUX

Le vinaigre versé dans le plat a mouillé la bougie et a éteint sa flamme.

VRAI  
FAUX

b. **Schématise** les étapes 3 et 5 de cette expérience.

🗨️ Pour chaque étape, tu dois **symboliser** les objets utilisés dans l'expérience.

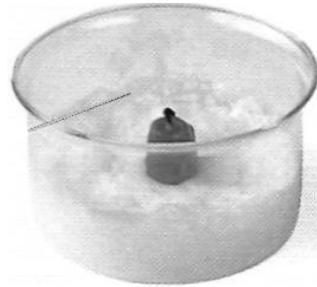
Etape 3



Tu demandes à un adulte d'allumer la bougie.

→ *En brûlant, la bougie consomme l'oxygène de l'air.*

Etape 5



Tu attends quelques instants... Tout à coup, la flamme s'éteint mais on ne voit pas pourquoi !

3. *Le gaz carbonique, invisible, emplit le plat et recouvre la flamme, privée d'oxygène, elle s'étouffe et s'éteint.*

Légende		Légende	
Objets	Symboles	Objets	Symboles
Plat en verre		Plat en verre	
		Bougie éteinte	
Bougie allumée		Levure chimique	
Levure chimique		Vinaigre	

Schéma

Schéma

5. Dans une classe, on s'est posé la question : « Comment conserver la chaleur d'un liquide ? ». Beaucoup d'élèves avaient des avis différents, ils ont donc fait une expérience pour comprendre ce phénomène.

Voici des photos présentant cette expérience. Elles ne sont pas dans l'ordre. **Observe** attentivement chacune d'elles.

1



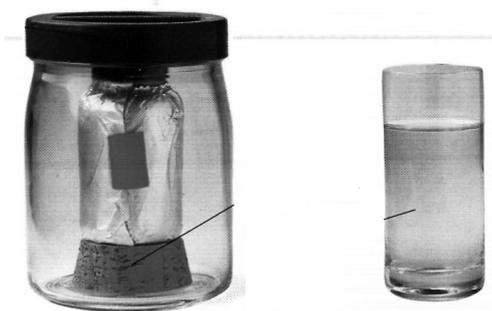
2



3



4



5



Voici les commentaires que les élèves ont rédigés pour chaque étape.

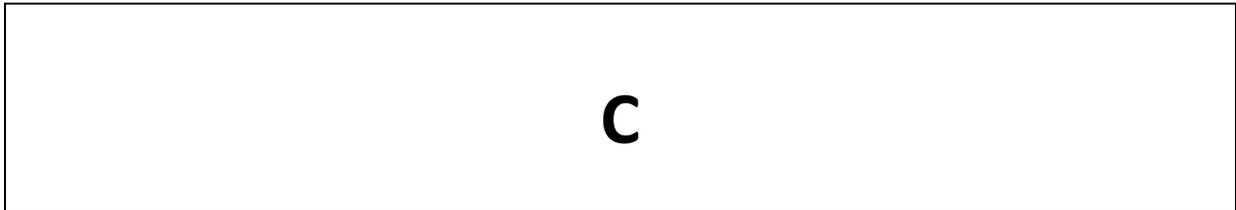
<b>A</b>	<p>Présentation des accessoires nécessaires à l'expérience :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deux bocaux en verre (un grand et un petit) ;</li> <li>• un verre ;</li> <li>• du ruban adhésif ;</li> <li>• de l'eau chaude ;</li> <li>• des ciseaux ;</li> <li>• un bouchon de liège ;</li> <li>• du papier aluminium.</li> </ul>
<b>B</b>	<p>Présentation des accessoires nécessaires à l'expérience :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un bocal ;</li> <li>• un verre ;</li> <li>• du ruban adhésif ;</li> <li>• un nœud papillon ;</li> <li>• des ciseaux</li> <li>• du papier aluminium.</li> </ul>
<b>C</b>	J'attends dix minutes et sors le petit bocal. Je trempe mon doigt dans l'eau, elle est encore chaude alors que l'eau du verre a refroidi.
<b>D</b>	J'enveloppe, en serrant bien, le petit bocal de deux couches de papier aluminium, côté brillant à l'intérieur (la face brillante de l'aluminium aide à conserver la chaleur à l'intérieur) et je le fixe.
<b>E</b>	Je pose le bouchon de liège au fond du grand bocal et pose le petit dessus. Je referme le grand bocal. Mon réservoir à chaleur est prêt.
<b>F</b>	Je verse de l'eau chaude dans le petit bocal et dans le verre. Je referme le bocal.
<b>G</b>	Je verse de l'eau froide dans le petit bocal et de l'eau chaude dans le verre. Je referme le bocal.

Pour chaque photo, **retrouve** le commentaire correspondant à chaque étape et **inscris** la lettre dans le tableau ci-dessous.

Etapas	Explications (→ Lettres)
<b>1</b>	.....
<b>2</b>	.....
<b>3</b>	.....
<b>4</b>	.....
<b>5</b>	.....

**ANNEXE 16 – Test COMPETENCES C (Electricité)**

Date : .....



Ecole : .....

Nom : .....

Année : .....

Date de naissance : .....

Sexe : .....

**Observons tes connaissances en électricité...**

1. Observe attentivement les objets de chaque groupe et identifie leur différence. Ensuite, réponds aux questions qui te sont posées.



Chaise en bois



Verre



Ours en peluche



Carton



Vis



Canette



Pièce de monnaie



Clé

**Observe ce qu'il se passe lorsqu'on les intègre à un circuit électrique simple.**



Quelle conclusion peut-on tirer de ces expériences ?

.....

.....

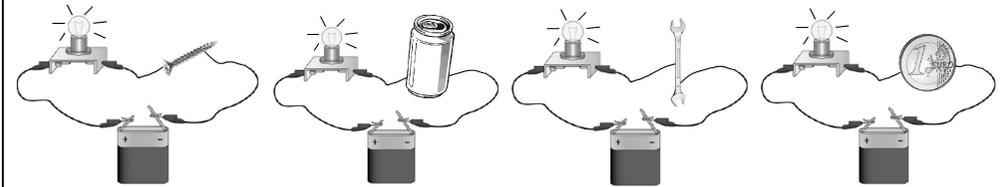
.....

.....

.....

.....

.....



Quelle conclusion peut-on tirer de ces expériences ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

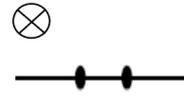
2. Parmi les schémas suivants, certains permettent à l'ampoule de briller.  
 Pour chaque schéma,  
 a. coche la réponse correcte et  
 b. identifie le problème lorsque l'ampoule ne brille pas.

Les conventions utilisées dans ces schémas sont

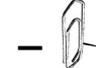
l'ampoule électrique



l'interrupteur fermé



l'interrupteur ouvert



les fils de connexion



la pile

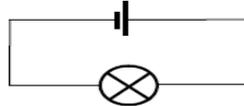


L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

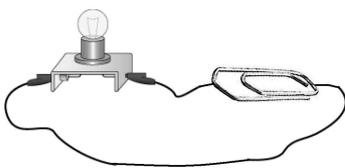


L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

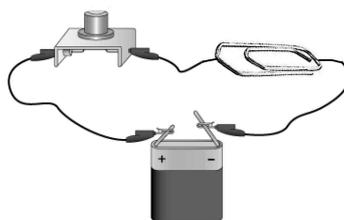


L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

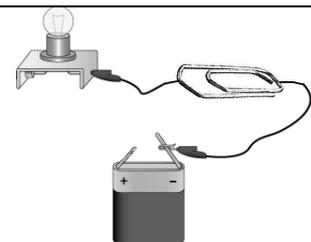


L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



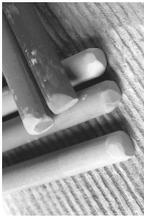
L'ampoule  
 brille.

ne brille pas.

Pourquoi ?.....

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

3. Voici une série d'objets, classe-les en deux catégories (objets conducteur ou isolant) et justifie ton choix.

<p>A</p>  <p>Ballon</p>	<p>B</p>  <p>Ciseaux</p>	<p>C</p>  <p>Papier WC</p>	<p>D</p>  <p>Pneu</p>	<p>E</p>  <p>Craies</p>
<p>F</p>  <p>Attache parisienne</p>	<p>G</p>  <p>Couverts</p>	<p>H</p>  <p>Bague</p>	<p>I</p>  <p>Bougies</p>	<p>J</p>  <p>Clés</p>

Objets conducteurs

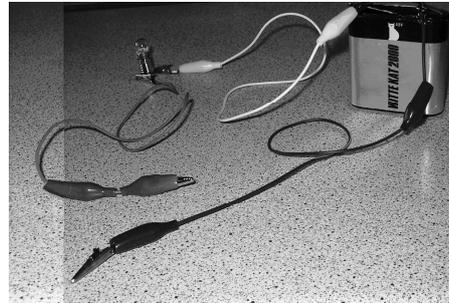
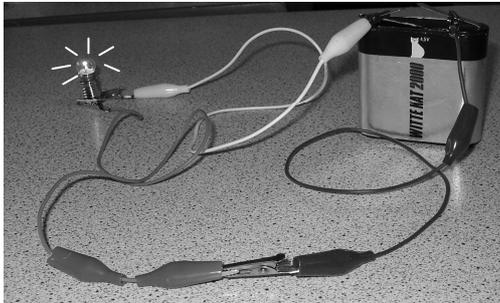
*Le conducteur électrique conduit l'électricité, il permet au courant électrique de circuler. Les métaux (le fer, le cuivre, l'aluminium, l'or...) sont de bons conducteurs électriques. L'eau est aussi un bon conducteur électrique.*

Objets isolants

*L'isolant électrique empêche le passage du courant électrique. Tous les plastiques, les caoutchoucs, le verre ou encore le bois sont de bons isolants.*

4. Observe attentivement les situations suivantes. Ensuite, complète le texte explicatif :
- entoure les propositions qui te conviennent et
  - termine correctement les phrases en fonction de ton choix.

*Situation 1*  
*Circuit ouvert ou fermé*



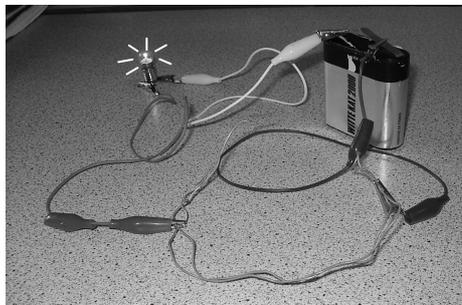
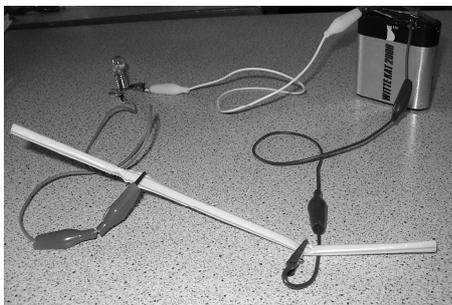
L'ampoule brille parce que le circuit électrique est

ouvert
fermé

Lorsque le circuit électrique est ouvert, le courant électrique

circule.
ne circule pas.

*Situation 2*  
*Conducteur ou isolant électrique*



Bien que le circuit électrique soit fermé, l'ampoule

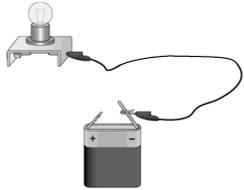
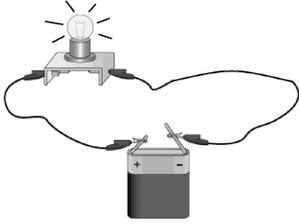
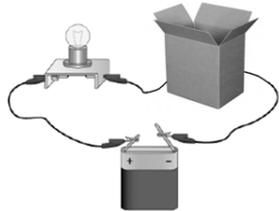
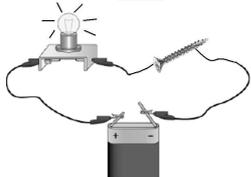
brille.
ne brille pas.

Lorsque le circuit est fermé, l'ampoule brille parce que tous les objets du circuit électrique

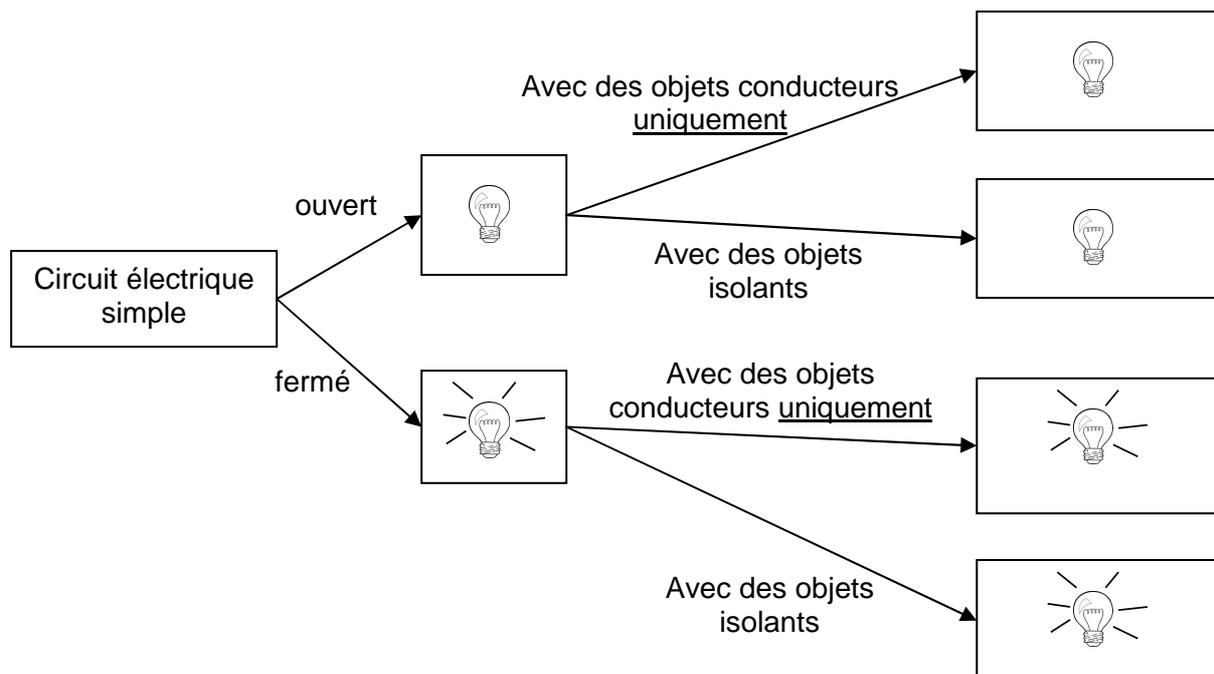
sont

isolants.
conducteurs.

5. Dans une classe, on s'est posé la question : « Comment le courant électrique circule-t-il ? ». Beaucoup d'élèves avaient des avis différents, ils ont donc fait différentes expériences pour comprendre ce phénomène. En voici quatre ainsi que ce qu'ils ont pu observer.

	Conditions	Observations
Expérience n° 1	Ils ont construit un premier circuit électrique avec un seul fil.	
Expérience n° 2	Ils ont construit un deuxième circuit électrique avec un fil reliant les deux bornes de la pile à l'ampoule électrique.	
Expérience n° 3	Ils ont construit un troisième circuit électrique en y insérant un objet en carton.	
Expérience n° 4	Ils ont remplacé l'objet en carton par une vis en métal dans le circuit électrique.	

Voici les conclusions de la classe.



Réponds correctement aux questions suivantes en te basant sur les expériences réalisées en classe.

Le circuit électrique doit être fermé pour que l'ampoule brille.

VRAI  
FAUX

Si le circuit est ouvert, l'ampoule ne brille pas aussi.

VRAI  
FAUX

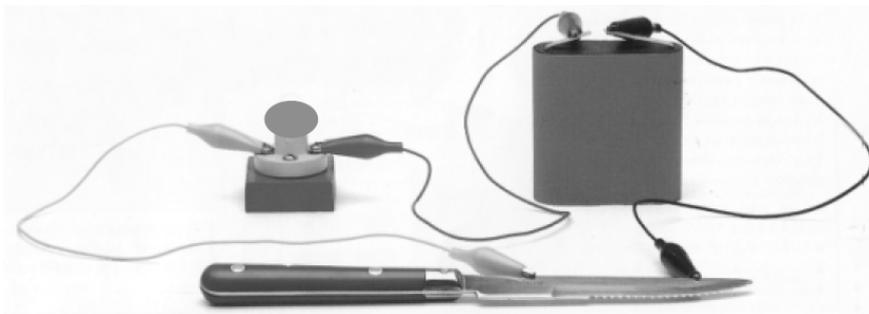
Certains matériaux laissent passer le courant, c'est le cas de tous les métaux. On appelle ces matériaux des producteurs d'électricité.

VRAI  
FAUX

Certains matériaux ne laissent pas passer le courant, c'est le cas des non-métaux. On appelle ces matériaux des isolants électriques.

VRAI  
FAUX

6. Voici une photo d'un montage électrique.



a. Trouve un symbole pour chaque objet représenté sur la photo et représente-le dans le tableau suivant.

**Objets**

**Symboles**

Fils de connexion

Couteau

Pile

Ampoule

Pinces de connexion

b. Schématise ce montage en utilisant les conventions que tu as choisies.

--	--

7. Thomas doit construire un circuit électrique afin de déterminer les objets suivants sont isolants ou conducteurs :

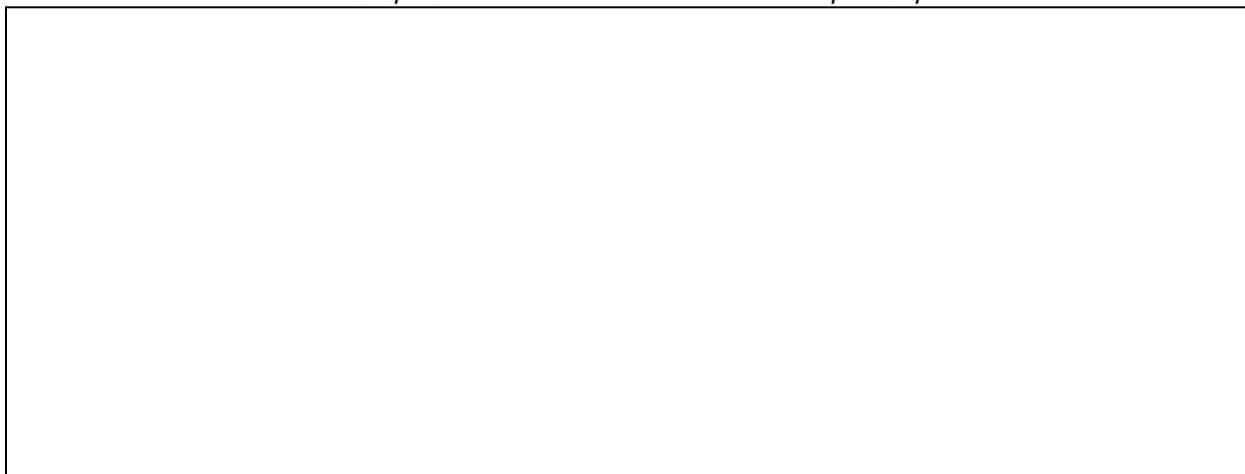


Voici les éléments dont Thomas dispose pour réaliser cette expérience.

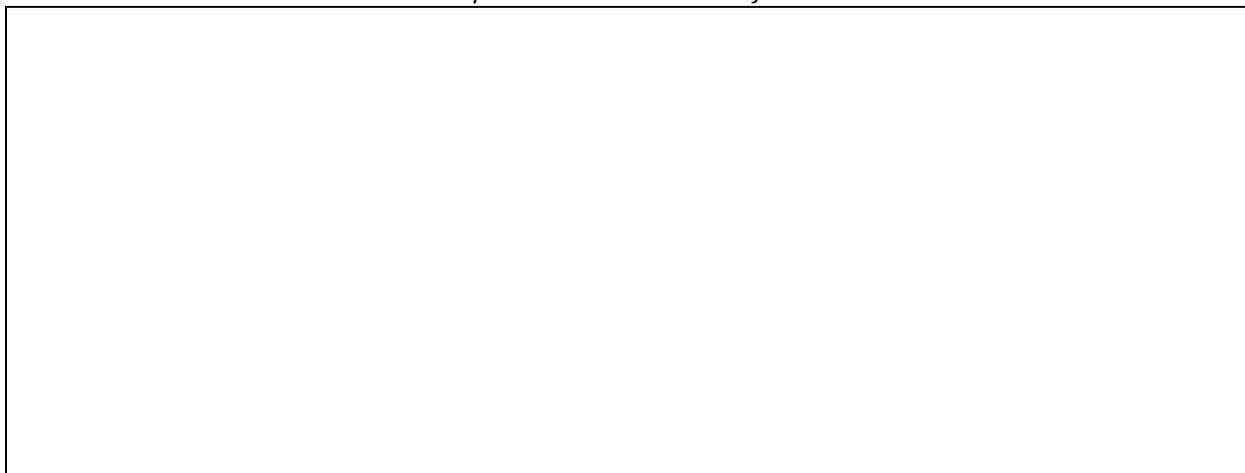
- Choisis les accessoires dont Thomas aura besoin pour son expérience,
- dessine et légende en 3 étapes comment Thomas va s'y prendre.



*Etape 1 – Construction du circuit électrique simple*



*Etape 2 – Insertion d'un objet isolant*

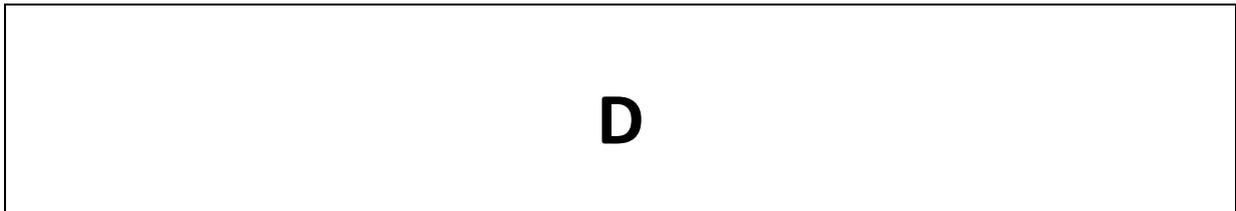


*Etape 3 – Insertion d'un objet conducteur*



**ANNEXE 17 – Test COMPETENCES D (Energie)**

Date : .....



Ecole : .....

Nom : .....

Année : .....

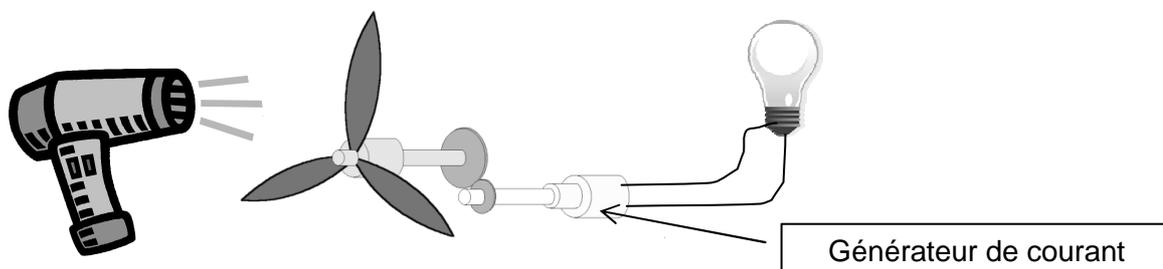
Date de naissance : .....

Sexe : .....

## Observons tes connaissances en énergie ...

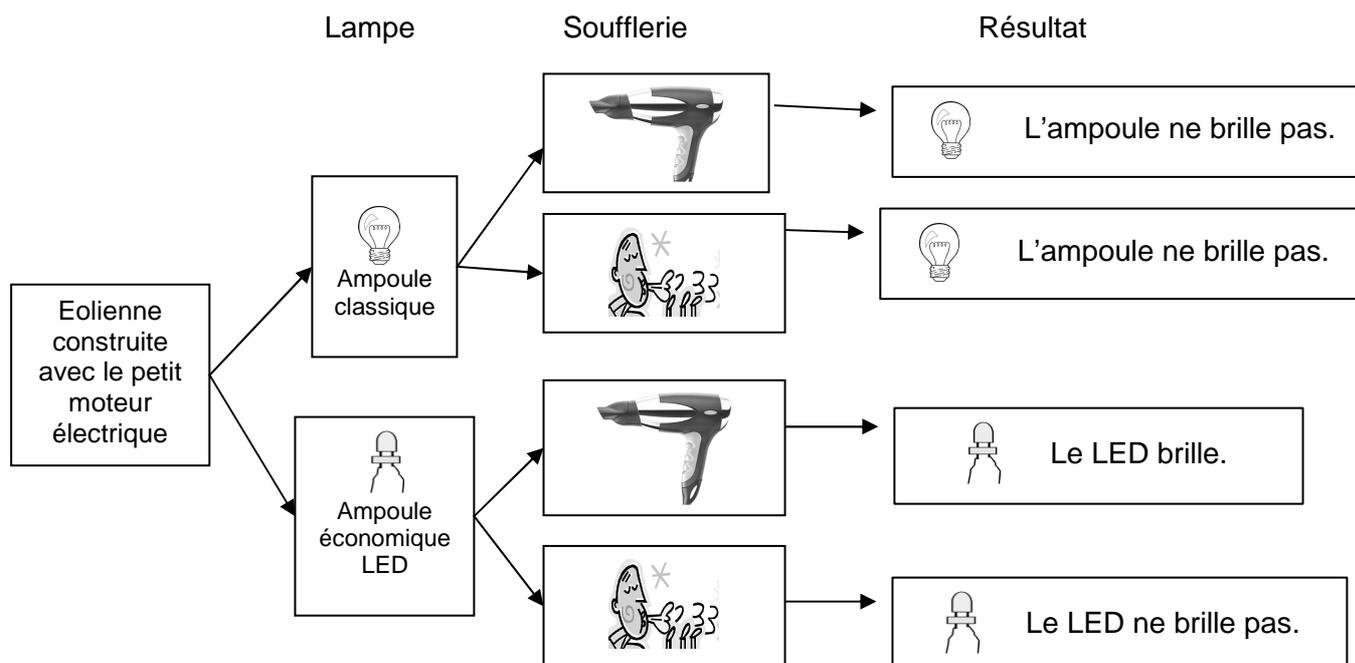
1. Dans une classe, les élèves se sont posé la question : « Comment peut-on produire du courant électrique à partir de l'énergie fournie par le vent ? ».

Ayant des avis différents, les élèves ont construit un montage comme celui repris ci-dessous :



Pour comprendre comment l'électricité peut être produite, les élèves ont changé l'éclairage et la soufflerie.

Voici leurs observations :



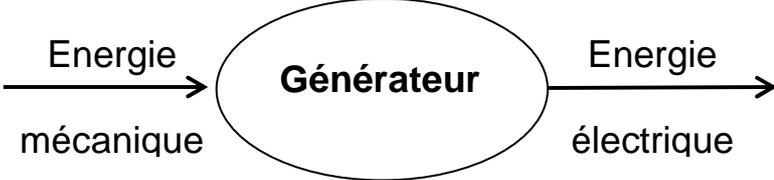
En t'inspirant de l'exemple ci dessous,

- **coche** les propositions correctes et
- **complète** le schéma.

Exemple :

L'hélice fait tourner  l'ampoule.  
 l'axe du générateur qui produit du courant électrique

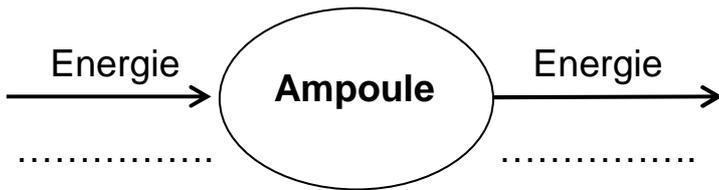
Il y a transformation d'énergie mécanique en  mécanique.  
 électrique.  
 thermique.



Le courant électrique est fourni à  l'ampoule électrique.  
 l'hélice.

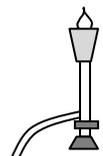
Il y a transformation d'énergie électrique en  énergie mécanique.  
 énergie électrique.  
 énergie lumineuse.

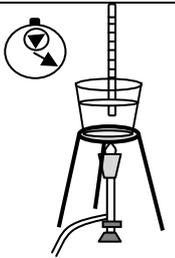
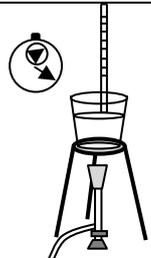
**Complète :**



2. Thomas a réalisé une expérience : il a relevé la température de l'eau qui chauffe à des moments précis.  
 Parmi les schémas suivants, certains permettent à relever correctement la température de l'eau.  
 Pour chaque schéma,  
 a. coche la réponse correcte et  
 b. identifie le problème lorsqu'il est impossible de relever la température de l'eau.

Les conventions utilisées dans ces schémas sont :

		Symboles utilisés
Le système de chauffage		
Le récipient contenant de l'eau		
Le thermomètre		
Le chronomètre		
Support pour le récipient		

		
<p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>possible</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>impossible</b>. Pourquoi ?.....                  .....                  .....                  .....                  .....                  .....</p>	<p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>possible</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>impossible</b>. Pourquoi ?.....                  .....                  .....                  .....                  .....                  .....</p>	<p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>possible</b>.</p> <p><input type="checkbox"/> Relevé correct de la température <b>impossible</b>. Pourquoi ?.....                  .....                  .....                  .....                  .....                  .....</p>

3. Voici une série d'objets ou de situations, classe-les en deux catégories :

- source d'énergie
- pas source d'énergie.

<p><b>A</b></p>  <p>Radiateur électrique</p>	<p><b>B</b></p>  <p>Lustre</p>	<p><b>C</b></p>  <p>Papier WC</p>	<p><b>D</b></p>  <p>Bougie</p>	<p><b>E</b></p>  <p>Nourriture</p>
<p><b>F</b></p>  <p>Éolienne</p>	<p><b>G</b></p>  <p>Couverts</p>	<p><b>H</b></p>  <p>Grille-pain</p>	<p><b>I</b></p>  <p>Soleil</p>	<p><b>J</b></p>  <p>Ballon</p>

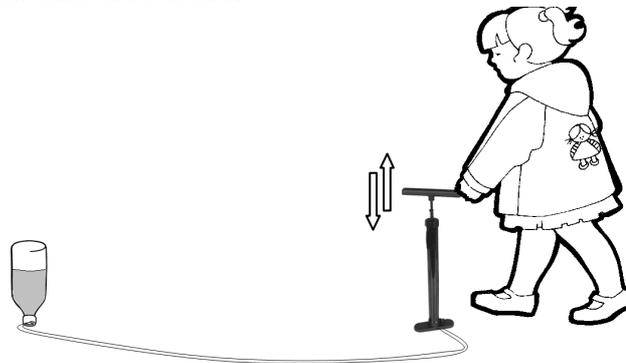
Source d'énergie	Pas source d'énergie

4. Deux enfants veulent construire une petite fusée à eau qui monte le plus haut possible dans le ciel :

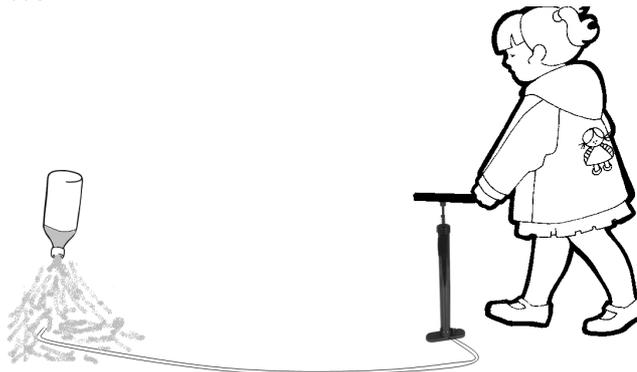


L'expérience consiste à :

1. prendre une bouteille de boisson gazeuse vide,
2. y verser un peu d'eau,
3. fermer la bouteille au moyen d'un bouchon dans lequel passe une valve de vélo,
4. relier la valve à une pompe à vélo (au moyen d'un tuyau) et
5. pomper de l'air dans la bouteille.



Lorsque que la pression devient trop forte dans la bouteille, celle-ci décolle et monte vers le ciel en éjectant l'eau vers le bas.



**Coche** la bonne réponse. (Attention, tu peux cocher plusieurs réponses).

Les deux enfants veulent améliorer leur fusée. Que leur proposes-tu ?

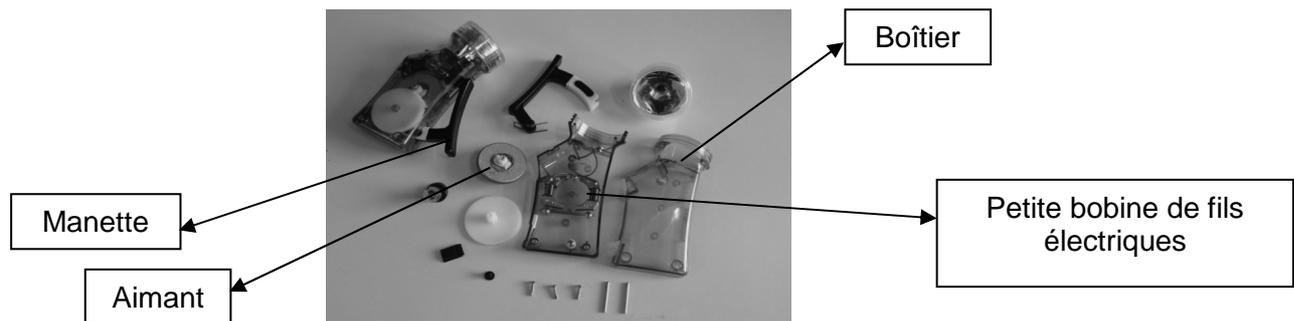
- Allonger le tuyau.
- Ne pas mettre de bouchon à la bouteille.
- Utiliser une cannette à la place de la bouteille de boisson gazeuse.
- Prendre une pompe plus puissante.

5. Voici les photos d'une lampe de poche dynamo et de son intérieur. **Observe** attentivement ces deux photos.

*Lampe de poche dynamo :*



*Intérieur d'une lampe de poche dynamo :*



Pour faire briller la lampe, plusieurs étapes sont nécessaires.

1. On actionne la manette.
2. La manette produit un mouvement de va-et-vient, elle entraîne avec elle des roues dentées.
3. Les roues dentées tournent et entraînent un aimant qui tourne aussi.
4. Parce que l'aimant tourne, un courant électrique circule dans la petite bobine.
5. La lampe brille.

Voici quelques conclusions que tu pourrais tirer... **Entoure** la réponse correcte pour chaque proposition.

Cette lampe fonctionne avec une pile.

VRAI  
FAUX

Cette lampe brille parce qu'un courant électrique circule dans l'aimant.

VRAI  
FAUX

L'ampoule brille uniquement quand j'actionne la manivelle.

VRAI  
FAUX

L'ampoule brille tout le temps.

VRAI  
FAUX

6. Tu as certainement déjà vu un arc-en-ciel. En voici un exemple :



Rouge

Bleu

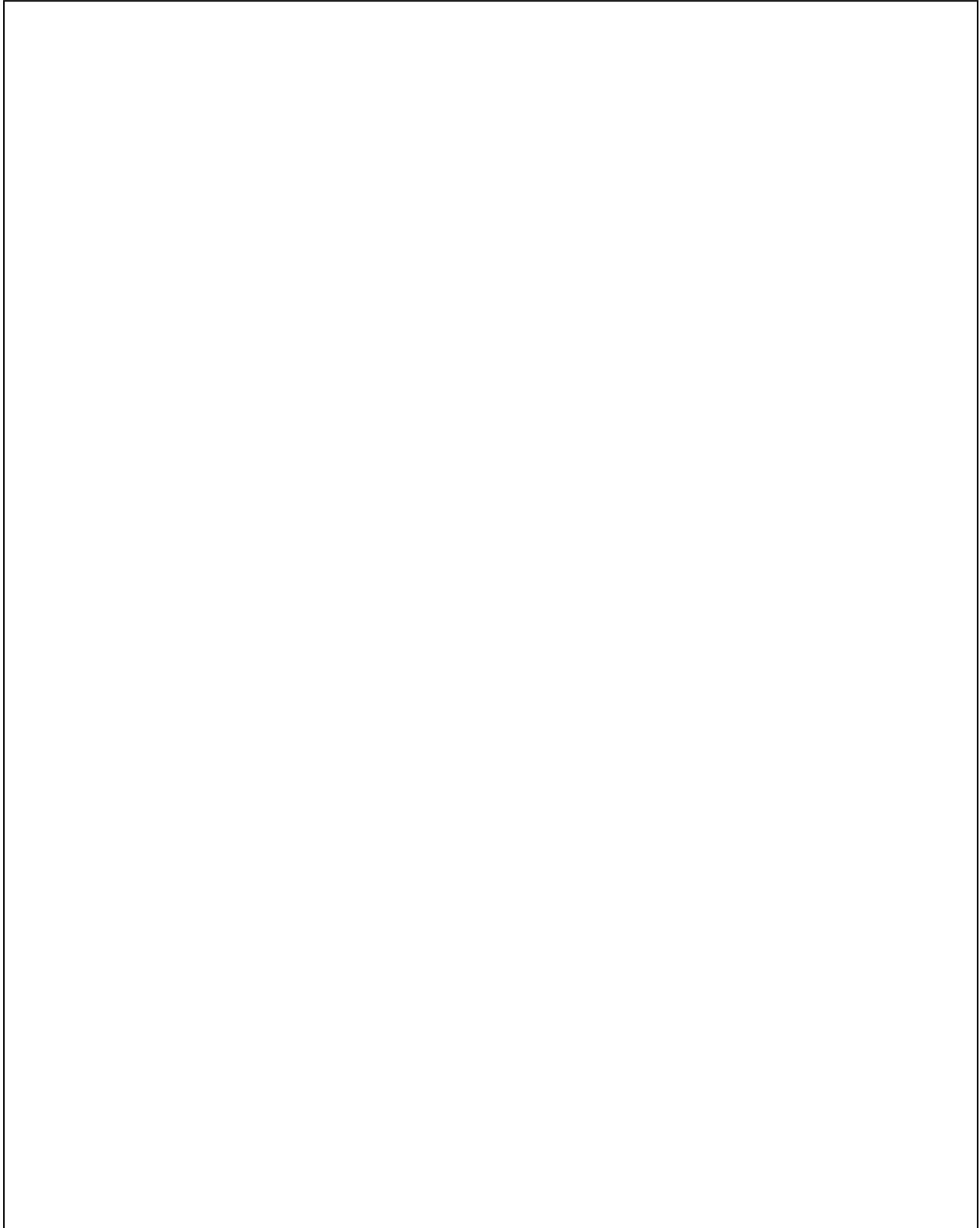
Pour qu'un arc-en-ciel se forme, il faut plusieurs conditions :

- Qu'il pleuve et qu'il y ait du Soleil en même temps.
- Que la pluie soit devant la personne et le Soleil derrière la personne.

a. Choisis un symbole pour chaque élément cité et représente-le dans le tableau suivant :

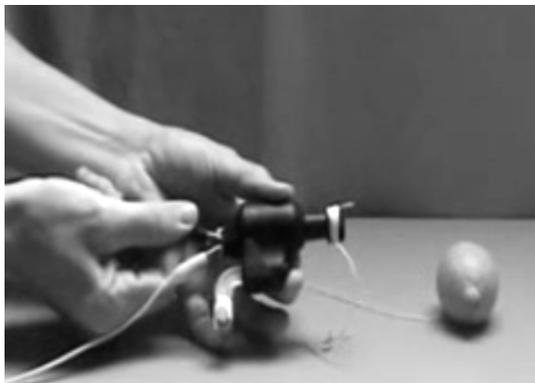
Objets	Symboles
Le Soleil	
La pluie	
La personne	
L'arc-en-ciel	

- b. En utilisant les conventions que tu viens de choisir, fais un schéma de la situation.  
Tu peux faire deux dessins si tu penses que c'est nécessaire.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a diagram of the situation. The box is oriented vertically and occupies most of the page's width and height.

7. Dans une classe, on a réalisé une expérience pour observer la transformation d'énergie mécanique en énergie lumineuse.  
Voici des photos présentant cette expérience. Elles ne sont pas dans l'ordre. **Observe** attentivement chacune d'elles.

1



2



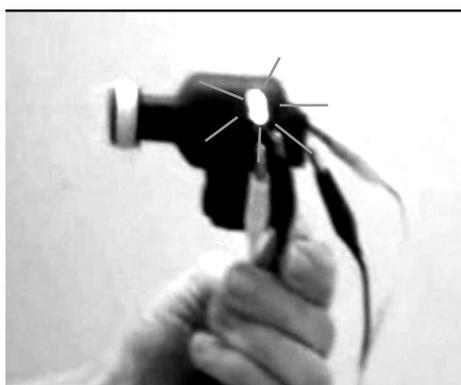
3



4



5



Voici les commentaires que les élèves ont rédigés pour chaque étape.

<b>A</b>	Je connecte le LED à l'alternateur de bicyclette à l'aide des fils électriques
<b>B</b>	Je relie le citron à l'alternateur de bicyclette en enroulant une ficelle autour de son axe.
<b>C</b>	Je connecte l'alternateur de bicyclette aux fils électriques à l'aide des pinces crocodiles
<b>D</b>	Je maintiens la ficelle enroulée autour de l'alternateur de bicyclette. Il n'y a pas de mouvement, le LED est éteint
<b>E</b>	Je lâche la ficelle qui, en se déroulant, laisse tomber le citron. L'axe de l'alternateur est en mouvement, il y a transformation d'énergie mécanique en énergie lumineuse. Le LED s'allume.
<b>F</b>	Je maintiens la ficelle enroulée autour de l'alternateur de bicyclette. Il n'y a pas de mouvement, le LED s'allume.
<b>G</b>	Je lâche la ficelle qui, en se déroulant, laisse tomber le citron. L'axe de l'alternateur est en mouvement, il y a transformation d'énergie mécanique en énergie lumineuse. Le LED est toujours éteint.

Pour chaque photo, **retrouve** le commentaire correspondant à chaque étape et **inscris** la lettre dans le tableau ci-dessous.

<b>Etapas</b>	<b>Explications (→ Lettres)</b>
<b>1</b>	.....
<b>2</b>	.....
<b>3</b>	.....
<b>4</b>	.....
<b>5</b>	.....

## ANNEXE 18 – Scores des groupes expérimental et contrôle compétence par compétence

**Tableau 1 - Scores au test A selon la compétence**

	GROUPE CONTRÔLE					GROUPE EXPERIMENTAL				
	PRE-TEST		POST-TEST		p	PRE-TEST		POST-TEST		p
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
C2	33,64	14,33	25,55	10,14	0,172	25,90	15,51	25,83	16,28	0,986
C5	58,44	24,91	77,78	25,86	0,114	57,14	32,77	58,73	24,81	0,813
C12	92,04	26,38	88,89	28,94	0,802	86,86	29,24	83,68	33,28	0,662
C14	79,54	26,97	77,78	19,54	0,871	64,74	27,34	60,41	28,27	0,503
C15	77,27	23,60	83,33	21,65	0,561	66,67	31,06	74,31	23,52	0,237
C16	60,23	20,78	55,56	11,02	0,529	49,68	23,21	47,57	21,72	0,686

**Tableau 2 - Scores au test B selon la compétence**

	GROUPE CONTRÔLE					GROUPE EXPERIMENTAL				
	PRE-TEST		POST-TEST		p	PRE-TEST		POST-TEST		p
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
C2	34,34	9,94	41,32	11,03	0,159	31,02	19,65	34,50	17,35	0,424
C5	66,67	36,06	58,18	36,28	0,608	72,94	29,08	67,18	31,28	0,420
C12	73,61	42,13	57,95	47,19	0,449	44,49	41,08	50,96	45,20	0,526
C13	65,28	35,92	73,86	33,40	0,587	47,06	44,86	69,23	37,40	0,026
C14	72,22	29,17	54,55	35,03	0,243	58,09	36,27	60,26	31,79	0,786
C15	91,67	12,50	84,09	20,23	0,341	76,47	28,16	78,85	21,10	0,682
C16	38,56	18,86	27,27	10,61	0,108	25,61	18,02	28,66	15,40	0,438

**Tableau 3 - Scores au test C selon la compétence**

	GROUPE CONTRÔLE					GROUPE EXPERIMENTAL				
	PRE-TEST		POST-TEST		p	PRE-TEST		POST-TEST		p
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
C2	82,50	26,48	85,00	26,87	0,836	76,02	29,30	73,28	26,02	0,609
C5	40,00	19,11	32,86	32,85	0,561	25,36	27,70	24,88	21,87	0,919
C12	100,00	0,00	97,00	4,83	0,081	85,92	30,88	96,55	13,84	0,020
C13	93,64	4,39	79,09	41,78	0,301	79,59	33,53	86,83	24,03	0,197
C14	70,00	21,94	45,00	24,91	0,028	47,28	26,43	58,62	26,17	0,029
C15	92,50	12,08	67,50	31,29	0,037	75,00	27,48	78,02	29,27	0,586
C16	54,29	11,27	48,57	21,51	0,466	34,40	17,66	41,26	30,98	0,173

**Tableau 4 - Scores au test D selon la compétence**

	GROUPE CONTRÔLE					GROUPE EXPERIMENTAL				
	PRE-TEST		POST-TEST		p	PRE-TEST		POST-TEST		p
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
C2	79,55	18,77	75,00	16,67	0,566	76,22	22,33	79,44	21,51	0,497
C5	25,45	29,79	48,00	35,53	0,130	31,22	28,65	31,11	29,09	0,986
C12	77,27	11,91	76,00	15,78	0,836	74,15	18,97	81,11	23,28	0,134
C13	77,27	36,90	96,00	6,99	0,128	77,56	31,05	75,33	34,22	0,753
C14	63,64	31,46	83,33	32,39	0,174	62,60	30,00	72,59	35,02	0,161
C15	75,00	15,81	72,50	14,19	0,708	71,34	22,75	71,67	18,15	0,942
C16	65,91	35,83	75,00	42,49	0,601	70,12	30,73	77,22	33,21	0,308