L'électricité

Dossier enseignant

Fiche autodiagnostique

Fiches d'aide

Corrigé des fiches d'aide

Lexique

L'énergie

Dossier enseignant

Fiche autodiagnostique

Fiches d'aide

Corrigé des fiches d'aide

Lexique

Dossiers supplémentaires

Introduction générale

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 approchés 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*¹ 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.

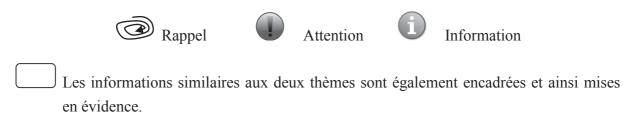
Lors de la construction de l'objet, chaque groupe d'élèves organise sa démarche à son propre rythme, identifie ses difficultés et y remédie de la manière la plus autonome possible. Pour cela, chaque groupe dispose donc d'outils propres au défi choisi : la fiche de diagnostic (reconnaissable par ses *marguerites*), 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 spécifiques (dossiers, reportage vidéo, ...), le lexique et la valisette contenant le matériel nécessaire (donnée seulement lorsque les élèves ont listé le matériel nécessaire).

_

¹ 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.

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 éoliennes...).

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.



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^{ème} 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

2.2.1. 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*.

2.2.2. 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 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.

2.2.3. 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.

2.2.4. 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 miniéolienne 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 récalcitrant est la panne qu'il faut identifier et qu'il faut corriger.	
L'opportunité			
d'aller plus loin.	NZ NZ	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.

2.2.5. 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.

2.2.6. 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, magasins dans lesquels il est possible de trouver du matériel particulier comme les hélices, les générateurs, dynamo, et matériel « périssable »...

Le timing conseillé

Quatre ou cinq périodes² sont nécessaires :

- 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).

² Ce timing est bien évidemment donné à titre indicatif. Il possible de consacrer d'avantage 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.

Sommaire

Introduction	1
1. Les compétences visées	1
2. Le défi	2
3. Les deux schémas individuels, le schéma de groupe et le schéma de synthèse	2
4. La fiche de diagnostic : « Je me pose des questions sur la construction du jeu»	3
5. Les fiches d'aide	3
6. Le matériel	4
7. Le timing	4
Chapitre 1 - Quelques notions théoriques	5
1. La notion de circuit électrique	5
2. La matière	5
3. Conducteurs – isolants électriques	6
4. Le courant électrique	6
5. Sens réel – sens conventionnel du courant électrique	7
6. Circuit ouvert – circuit fermé	8
7. Les conventions	9
8. Intensité électrique	10
9. Tension électrique	10
10. La résistance électrique	11
11. Montage en parallèle et en série	11
12. Les dangers de l'électricité	12
Chapitre 2 - Quelques préconceptions erronées	16
Chapitre 3 - Quelques difficultés rencontrées par les élèves lors de la construction du jeu	21
Chapitre 4 - Les fiches de remédiation (intitulées fiches d'aide pour les élèves)	24
1. Les fiches construction	24
2. Les fiches organisation et choix des paramètres	25
3. Les fiches concepts	26
4. Les fiches pannes	
5. Les fiches pour aller plus loin	32
Chapitre 5 - Synthèse : Le jeu « électro »	34
1. Faisons le point !	34
2. Exemple de dessin du jeu	36
3. Schémas électriques correspondants (en utilisant les conventions électriques de la fic	he
n°11)	37
4. « Nous avons appris que »	37
Bibliographie et sites Internet	38

Chapitre 1

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.
- o Comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique.
- o Schématiser une situation expérimentale.
- o Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés.
- O Valider des résultats de recherche.
- o Elaborer un concept, un principe.

Compétences transversales :

- o Démarches mentales : saisir, traiter, mémoriser, utiliser et communiquer l'information.
- o 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.
- o Bons et mauvais conducteurs.

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.

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 aucun 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.

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



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

Cette fiche est composée de différentes *marguerite*s 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*.

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* ...

6. Le matériel



Les éléments essentiels figurent dans la valise à savoir : une petite ampoule¹ 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.

7. Le timing

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

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

¹ 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.

Chapitre 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.

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.



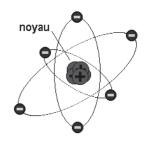
Le circuit électrique est constitué du générateur électrique (en général une pile), du ou des récepteur(s) (dans notre cas, l'ampoule électrique), des conducteurs (dans le cas du jeu : les fils électriques ou le papier aluminium, cela dépendra de la solution que choisira l'élève) et de l'interrupteur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



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.



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*² 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 électrique³, 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.

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...

³ Voir le schéma de l'ampoule dans l'annexe n°1

6

² Le mot *isolant* vient du latin *insula* qui veut dire « île » d'où la notion d'isolement.

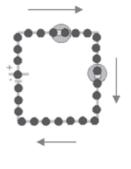
5. Sens réel - sens conventionnel du courant électrique

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.



http://images.google.be

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

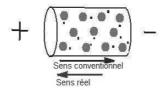
Les charges de même signe se repoussant, les électrons fournis par la borne négative vont aller, si on leur en donne la possibilité, le plus loin possible de cette borne négative et vont migrer vers la borne positive. Il s'agit du sens réel de déplacement des électrons dans le circuit.

http://images.google.be

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

Et maintenant?

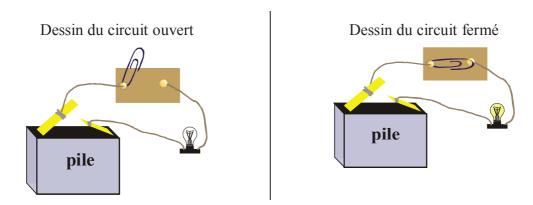
A l'heure actuelle, on sait que le courant est constitué d'électrons qui circulent de la borne négative vers la borne positive. Néanmoins, sur un dessin ou un schéma, on dessinera le sens retenu historiquement comme conventionnel à savoir opposé au sens réel : la convention comptabilise le débit de charges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



http://exam2ham.free.fr/donnees/images/sens courant.jpg

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.



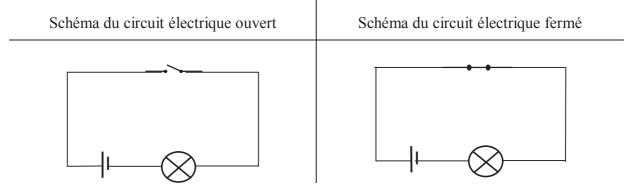
7. Les conventions

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 ou	
L'ampoule électrique		\otimes
Les fils conducteurs		
L'interrupteur ouvert	Ÿ	
L'interrupteur fermé	À	

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



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.

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.

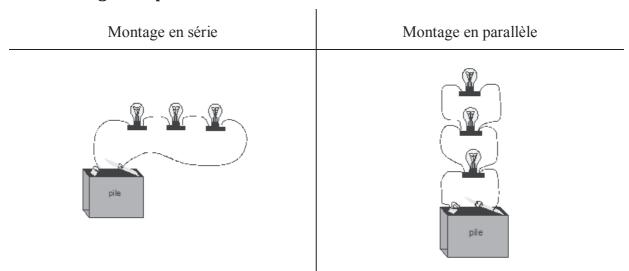
L'appareil qui mesure la tension est un voltmètre (Volt-mètre = qui mesure les Volts). Le Voltmètre doit perturber le moins possible le circuit électrique, il n'est donc pas placé directement dans le circuit mais est placé en parallèle.

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 Ω). Elle est presque nulle pour les supraconducteurs, petite pour les conducteurs (un fil de cuivre de 100m de long et de 1mm² de section présente une résistance de 1,7 Ω), et plus grande pour les isolants électriques (un morceau de verre de 100m de long et de 1mm² de section présente une résistance de $10^{13}\Omega$).

11. Montages en parallèle et en série



Chaque montage a ses avantages et ses inconvénients :

- Si une ampoule est défectueuse, les autres ne fonctionnent plus (le circuit est ouvert).
- Si une ampoule est défectueuse, les autres fonctionnent encore (seule la branche dans laquelle l'ampoule est défectueuse est ouverte, les autres sont fermées).
- Ce câblage est moins coûteux.
- Ce câblage est plus coûteux.

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 grillepain! 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!

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 tétanisation	
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 de réenclencher le disjoncteur et le circuit est à nouveau fermé.

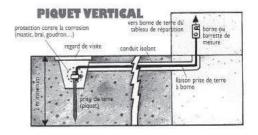
• Le tableau électrique



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/

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!
- o Ne JAMAIS toucher un appareil électrique lorsque l'on est dans le bain!
- o Ne JAMAIS démonter un appareil électroménager sans l'avoir préalablement débranché!
- O Ne JAMAIS toucher l'intérieur d'une prise de courant!
- o Ne pas surcharger les prises électriques.

• Moins fréquemment :

- O Ne pas jouer avec un cerf-volant près d'une ligne à haute tension.
- o 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).
- o Débrancher les appareils électriques non utilisés.

• Que faire en cas d'accident ?

1. Ne pas se précipiter sur l'accidenté.

Dossier Enseignant - Electricité

- 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).

Chapitre 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 la première 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.

Dossier Enseignant - Electricité

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 10⁻⁸s (4 centièmes de millionième 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.

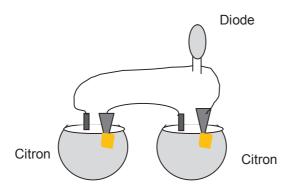
En conclusion, entre le moment où l'on ferme l'interrupteur et le moment où la lampe brille ce ne sont pas les électrons qui sont près l'interrupteur qui ont parcouru les 10m de câble et qui sont responsables de l'échauffement du filament. Ce sont les électrons qui sont dans le filament qui sont responsables 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 fausse 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 dédit 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 :



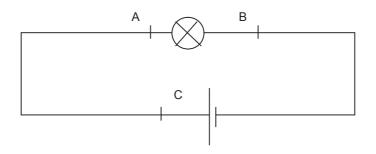
Lorsque le circuit est fermé, la LED brille, preuve du passage d'un courant électrique et que donc les citrons jouent le même rôle qu'une pile.

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 ?

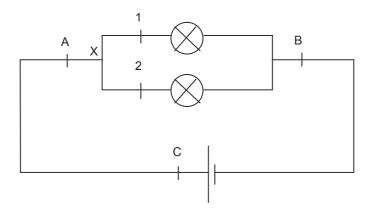
Cette préconception fausse peut-être mise à mal en faisant référence au fait que le courant électrique est constitué par des électrons, toujours présents dans le circuit et qui s'y déplacent sans jamais en sortir (un peu comme les voitures du circuit automobile).

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 <u>I</u>ntensité 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.

Dossier Enseignant - Electricité

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.

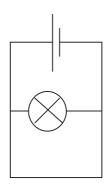
Chapitre 3 - Quelques difficultés rencontrées par les élèves lors de la construction du jeu

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 :

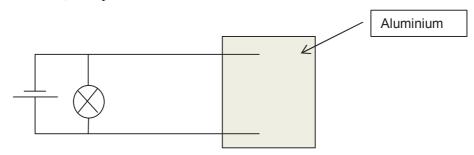




Le fil noir chauffe, les élèves le sentent dans les doigts, ils le lâchent même, mais ne remettent pas leur circuit en cause pour autant. La réponse qui nous semble la plus appropriée est de les faire réfléchir sur les risques d'incendie et de leur demander de trouver une autre façon, plus sécurisée,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

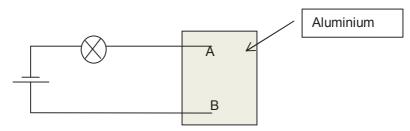
3. D'autres élèves, trouvant deux ampoules différentes dans la valise, veulent les intégrer toutes les deux lors de la construction du jeu. L'ampoule qui brille le mieux sera celle qui annonce la bonne réponse, l'ampoule qui brille moins indiquera la mauvaise réponse! Pourquoi pas, mais cela va considérablement 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 luimême. 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 problèmes⁴ à résoudre :

- le court-circuit (l'ampoule est mal placée). Une fois le problème du courtcircuit 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.

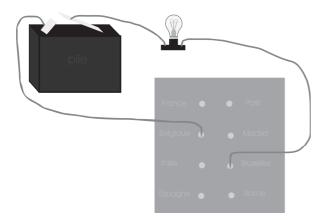
-

⁴ Ces deux difficultés ont inspiré deux fiches d'aide pour corriger les pannes correspondantes.

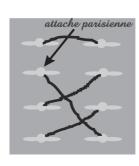
Dossier Enseignant - Electricité

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



Chapitre 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.
N	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 détaillées ci-dessous.

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 trouer la feuille de questionsréponses.

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 <u>importante</u>, 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-devis de différentes ampoules donne les tensions maximales correspondantes ;
- une pile : comparaison des tensions, commodité de fixation...

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.

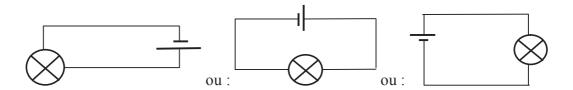
Les fiches n°1 et 2 permettent à l'élève de faire la différence entre dessin et schéma. Cette distinction n'a jamais été faite dans l'enseignement primaire et les enfants ne consulteront pas spontanément ces fiches car elles ne sont pas nécessaires à la construction proprement dite. Il faut donc demander aux élèves de les compulser 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 <u>primordiales</u>: 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.

Dossier Enseignant - Electricité

- 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
La lampe	La lampe
dest éteinte.	□ est éteinte.
Le circuit est ☑ ouvert. ☐ fermé.	Le circuit est □ ouvert. ☑ fermé
Le matériau X est ☐ conducteur électrique ☐ isolant électrique.	Le matériau X est
Exemple de matériaux : du plastique, du bois, du papier, du carton,	Exemple de matériaux : d'une manière générale, les métaux,

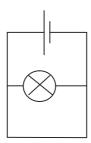
Il est bien évident que lors de la synthèse, l'enseignant doit s'assurer que les notions sont réellement bien intégrées par les élèves.

4. Les fiches pannes



La fiche n° 1 : l'ampoule ne brille pas et le fil chauffe ! Les élèves font souvent des courtscircuits 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 :

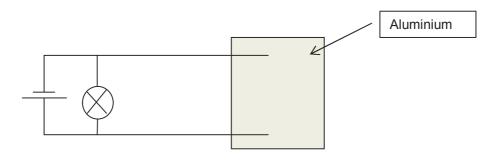


Il est important que les élèves comprennent ce qu'est un court-circuit et corrigent leur circuit électrique. Quand il se trouve à une bifurcation (montage en parallèle), le courant par là où il éprouve le moins de résistance, dans ce cas, le fil conducteur. Le courant ne passe donc pas par la branche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

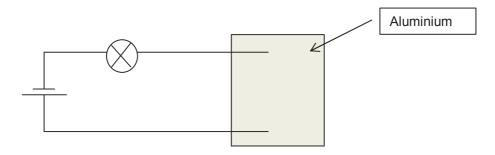
La fiche n°2 : l'ampoule <u>ne brille pas</u> pour une bonne réponse ! Il y a deux possibilités :

- 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 peutêtre déchiré à un endroit donné.

La fiche n°3⁵: L'ampoule <u>ne brille jamais</u>. 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 :

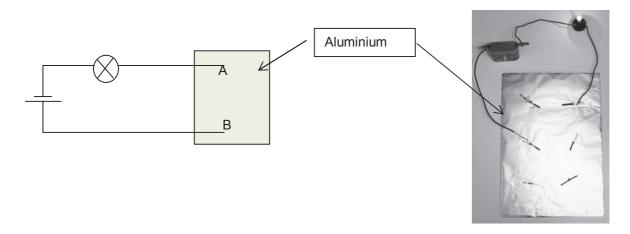


... qui rencontrera, c'est certain, un autre problème ! Ce problème trouve sa solution dans la fiche suivante :

30

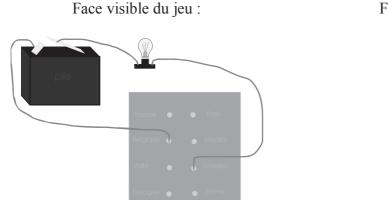
⁵ Cette fiche est inspirée d'une des difficultés rencontrées par les élèves avec lesquels nous avons travaillé.

Fiche n°4⁶ : l'ampoule brille <u>pour toutes les réponses</u> ! 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 cachée du jeu :



Ce qui correspond dans la réalité à :

⁶ 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. 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.

Dossier Enseignant - Electricité

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.

Chapitre 5 - Synthèse⁷ : Le jeu « électro »

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 matér	riel pour construire le jeu?
	o L'ampoule ?	
	o La pile?	

o Les raccordements?

Faut-il prendre certaines précautions pour que le jeu fonctionne ? Lesquelles ?

L'ampoule ?La pile ?

o Les raccordements?

o ...

⁷ 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.

Dossier Enseignant - Electricité

• 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 ?
 - o Pour l'ampoule
 - o Pour la pile?
 - o Pour les raccordements?
 - 0 ...

Comparons nos schémas (le tout premier et le dernier)

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

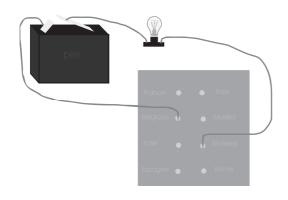
2. Exemple de dessin du jeu

Face extérieure du jeu

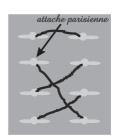
(le recto de la feuille - questions-réponses)

Face intérieure du jeu

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

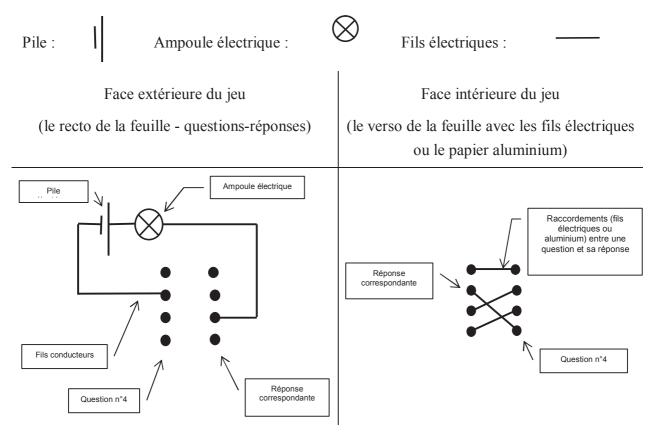


- ✓ La pile de 4,5V est plus facile à connecter dans le circuit.
- ✓ L'ampoule de 3,7V est la mieux adaptée à cette pile.
- ✓ Les contacts entre les différents éléments doivent être de bonne qualité pour que l'ampoule brille.
 - L'ampoule ne brille que si la « question » est reliée à la bonne réponse.



- ✓ Les raccordements entre les différentes questions et leurs réponses correspondantes peuvent se faire soit avec :
 - o du papier aluminium
 - o 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

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



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^{er} 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
 - o http://fr.wikipedia.org
- Pour la construction de la mini-éolienne
 - o http://fr.wikipedia.org
- Les ampoules électriques

Dossier Enseignant - Electricité

- o http://www.econo-ecolo.org/spip.php?article27
- o http://www.demain-la-terre.net

• Les piles électriques :

- o http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile %C3%A9lectrique
- o http://www.ecoconso.be/
- o http://www.web-sciences.com/fichests/fiche28/fiche28.php
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs
 http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs
 http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs
 https://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs
 https://fr.wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateurs
 https://fr.w

• Les centrales électriques :

- o http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/thermic.html
- o http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/pwr.html
- 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
- o http://www.discip.ac-caen.fr/sti/stibacs/imagesperso/moteur-cc/principe1.gif
- o http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/rfoy/capsules/moteur/



Aujourd'hui tu vas construire un jeu « questionsréponses » 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 cidessous).

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 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) :

La pince à dénuder* :







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

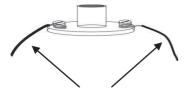
Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

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



- 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, <u>un peu</u> dénudé et torsadé, en-dessous de chaque vis.
- Revisse chaque vis pour que le contact soit bon.
- Visse l'ampoule sur son support.

•



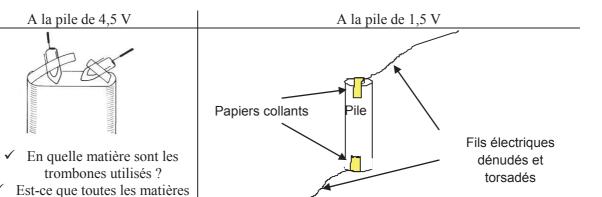
Les deux fils de connexion (<u>dénudés</u> seulement sur <u>quelques cm</u>)

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

---X------<u>-</u>

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





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

conviennent pour ce genre de fixation ? Pourquoi ?

Fiche n°4 : Comment torsader un fil électrique ?

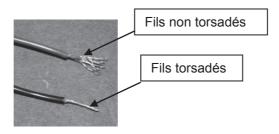


Pourquoi faut-il torsader les fils conducteurs*?

- 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.



* Si 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 trouer le carton?



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 ?



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. Ouel 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 ?



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 <u>la f</u>iche n°4).
- -relier la pile (ou l'ampoule) au circuit électrique, consulte la fiche n°3 (ou la fiche n°2).

Fiche n°3 : Quelle ampoule choisir?



- ✓ 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
Pile de 1,5 V	Elle est rechargeable	
Si tu as d'autres piles		

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)



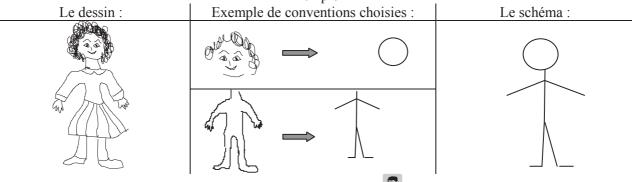
Connais-tu ce logo?

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

Fiche n°1 : Dessin ou schéma*?



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



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

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

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

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

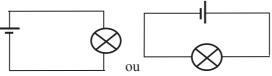


Comprends mieux

Le dessin d'un circuit Le schéma du circuit Les conventions imposées électrique 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 électrique ouvert	La convention qui t'es imposée pour un interrupteur ouvert	Avec cette convention, quel sera le schéma du circuit électrique ouvert ?

Dans un circuit électrique ouvert, l'ampoule

- o brille.
- o 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)

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



1. Modifie le montage de la fiche 4 pour que l'ampoule brille. Qu'as-tu fait ?

2. Dans ton cahier, complète le tableau ci-dessous en dessinant le montage que tu as réalisé et le schéma correspondant:

Dessine un circuit électrique fermé	La convention qui t'est imposée pour un interrupteur fermé	Avec cette convention, quel sera le schéma du circuit électrique fermé?

Dans un circuit électrique ouvert, l'ampoule

- o brille.
- o 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.

Q_/	?		
	>	 	

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

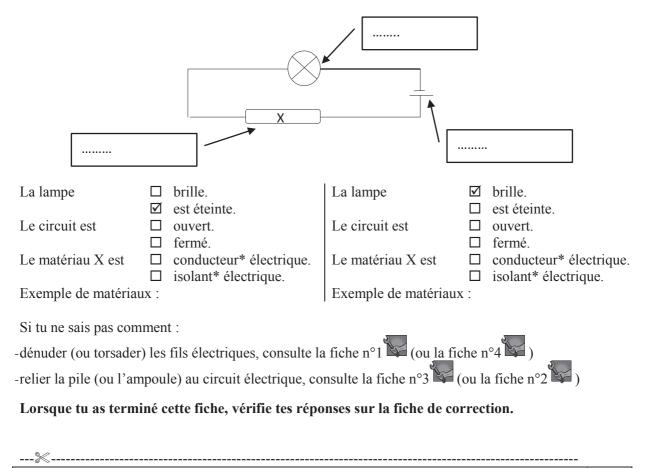
La lampe brille si je mets dans le circuit	La lampe reste éteinte si je mets dans le circuit
électrique :	électrique :
Les matériaux ci-dessus sont appelés des conducteurs* électriques.	Les matériaux ci-dessus sont appelés des isolants* électriques.

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.

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





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

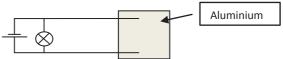


Ton ampoule ne brille pas et le fil chauffe ? Tu as certainement fait un court-circuit*.

Soit ton montage est semblable à celui-ci-dessous

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





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

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 proposée.

Fiche n°2 : L'ampoule ne brille pas pour <u>une seule</u> questionréponse!



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!



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 ?

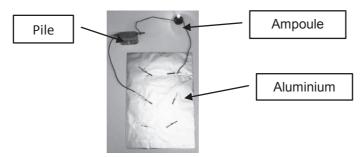
^{*}Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.

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)

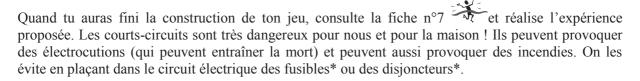


Ton ampoule brille même pour une mauvaise réponse?

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



*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!



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 fausse? 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



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

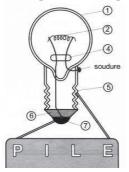
- 1. Le(s) matériau(x) employé(s) pour la face visible du jeu est-il (sont-ils) conducteur(s) ou isolant(s)?
- 2. Le bout de la pince utilisée pour extraire les objets est-il conducteur ou isolant ?
- 3. L'objet à extraire est-il conducteur ou isolant ? Pourquoi ?
- 4. Y a-t-il une pile dans ce jeu ? 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



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)

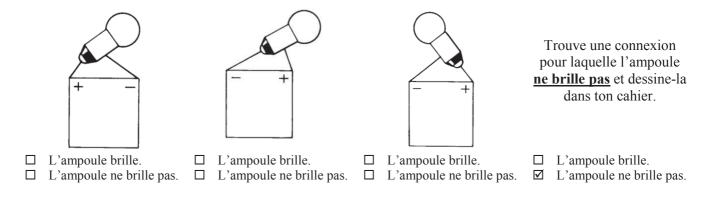
Classe les 7 constituants de l'ampoule électrique en deux catégories (conducteurs ou isolants) et note ton classement dans ton cahier.

Conducteurs	Isolants

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 qui te sont proposées et constate si l'ampoule brille.



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 ?



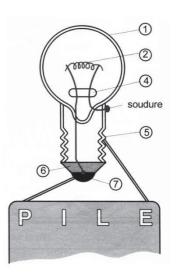
Oue se passe-t-il quand nous connectons l'ampoule à la pile de 4,5V?

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 :

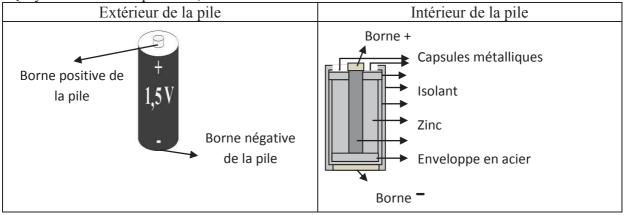


Fiche n°5 : La pile de 1,5 V*



* 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?



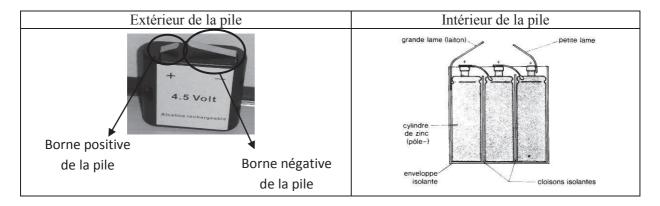
Quand les piles sont usées, il ne faut pas les jeter dans la poubelle ni dans la nature : les produits chimiques qu'elles contiennent sont *nuisibles* pour l'environnement. Il faut les déposer dans des containers spécifiques que l'on trouve dans les magasins ou dans les décharges.

---**%** ------

Fiche n°6: La pile de 4,5 V



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!



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 tires-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 !

orimer (si possib liagnostic pour l	
	,

L'ampoule ne brille pas pour une seule question! Fiche n°2 un circuit électrique et attacher les fils ? Fiche n°2 Comment placer l'ampoule dans L'ampoule ne brille jamais! Fiche n°3 Comment attacher les fils électriques aux piles? Fiche n°3 L'ampoule ne brille pas et le fil chauffe! couper et dénuder un fil électrique ? Fiche n°1 Fiche n°1 Comment -'ampoule brille tout le temps Comment torsader un fil électrique? (même pour une réponse)! Fiche n°4 Fiche n°4 Comment trouer le carton? Fiche n°5 -'ampoule brill pour une mauvaise réponse ! Fiche n°3 l'ampoule et une pile de 4,5 V Contact entre Fiche n°3 Je me pose des questions pour L'ampoule électrique Fiche n°2 Pourquoi l'ampoule brille-t-elle ? construire le jeu électro Fiche n°4 manipulation d'un autre jeu Observation et Fiche n°1 La pile de 1,5V Fiche n°5 Les dangers de l'électricité Fiche n°7 La pile de 4,5V Fiche n°6 eurs réponses Quel matériau utiliser pour questions à Fiche n°2 relier les Le schéma électrique et ses Fiches n° 3, 4 et 5 conventions Quelle ampoule Comment construire le jeu? Fiche n° 1 Fiche n°3 choisir? Fiches n° 1 et 2 Dessin ou schéma? Conducteurs ou Fiches n° 6 et 7 Quelle pile Fiche n°4 choisir? isolants

Construction du jeu électro

		consulte la marguerite repérée par le logo	rganiser ton ire dans le consulte la marguerite repérée par le logo Nous attirons ton attention sur ces fiches.	Nous attirons ton attention sur ces fiches. Nous attirons ton attention sur ces fiches.		consulte la marguerite repérée par le logo	Tu ne sais pas comment dénuder un fil, attacher une ampoule, tu as besoin d'un conseil pratique Tu ne sais pas comment organiser ton travail ou quels choix faire dans le matériel Tu ne sais pas ce qu'est un schéma, un circuit électrique fermé, un isolant électrique Tu veux corriger une panne
et tu veux en consulte la marguerite repérée par le logo			consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo		5	consulte la marguerite repérée par le logo	Tu as fini ta construction et tu veux en savoir plus
				Nous attirons ton attention sur ces fiches.		consulte la marguerite repérée par le logo	ı schéma, un un isolant
consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo consulte la marguerite repérée par le logo				consulte la marguerite repérée par le logo	nuder un fil, besoin d'ur

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



- 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 ?
 - a. Si la réponse est correcte, l'ampoule s'allume.
 - b. Par contre si la réponse n'est pas correcte, l'ampoule ne brille pas.
- 3. Les différentes parties du jeu¹ :
 - a. les feuilles de *Questions Réponses* sont en papier
 - b. les deux pointeurs, que tu tiens en mains, ont un bout métallique
 - c. les fils qui relient les pointeurs au jeu sont des fils conducteurs recouverts de plastique
 - d. 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.

¹ 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
Piles <i>crayon</i> 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
Pile de 4,5V (dite pile « plate »)	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 billera 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 ?



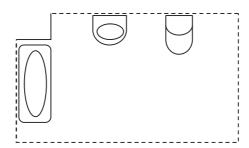
Si le dessin d'une salle de bains est :



... 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



Le dessin d'un circuit électrique :



Si les conventions* imposées sont ...



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





En effet:

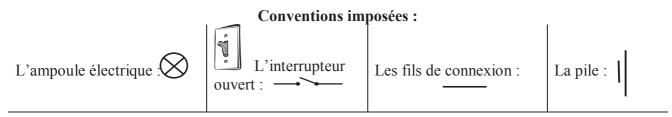
- La longueur des fils n'a pas d'importance.
- Dans un schéma aussi simple que celui-ci, l'ordre dans lequel se trouvent les éléments n'a pas d'importance. Ce qui compte, c'est qu'ils soient tous présents.
 Ici : une pile, une ampoule électrique et des fils de connexion.

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

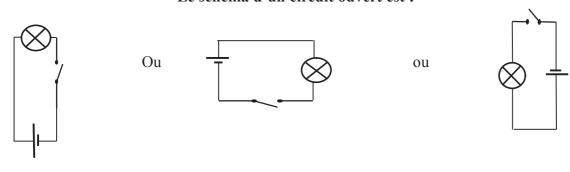


Dessin d'un circuit électrique ouvert :





Le schéma d'un circuit ouvert 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.

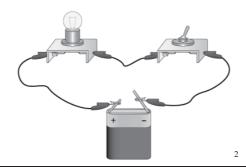
Dans un circuit électrique ouvert, l'ampoule :

- o brille.
- reste éteinte.

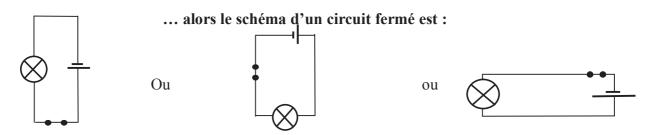
Correction de la fiche n°5 : Qu'est ce qu'un circuit électrique **fermé** ?



<u>Exemple</u> 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) :



L'ampoule électrique : L'interrupteur fermé : Les fils de connexion : La pile :





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.
- o reste éteinte.

² www.maxicours.fr/.../5e/206946.html.

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



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).

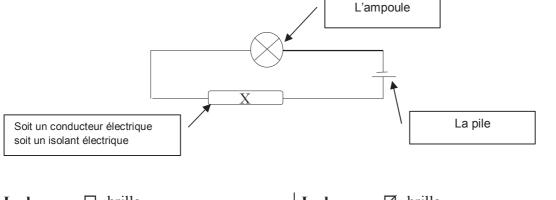
Isolant électrique :

- 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 ?



Schéma:



La lampe ☐ brille. ☑ est éteinte.	La lampe
Le circuit est ☑ ouvert. ☐ fermé.	Le circuit est □ ouvert. ☑ fermé.
Le matériau X est □ conducteur électrique □ isolant électrique.	Le matériau X est
Exemple de <u>matériaux</u> : bois, plastique, papier	*

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:

- 1. Le but du jeu est d'exercer la dextérité (la justesse dans le geste) des enfants.
- 2. Les règles de ce jeu : le joueur doit retirer un élément en plastique en utilisant une pince à épiler métallique.
- 3. 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.
- 4. 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.

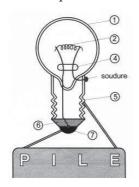
La fabrication du jeu

- 1. 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
- 2. Le bout de la pince utilisée pour extraire les objets est métallique donc conductrice
- 3. L'objet à extraire est-en plastique, donc isolant, pour ne pas déclencher l'alarme quand le joueur le saisit avec sa pince
- 4. Il y a une pile dans ce jeu, elle se trouve dans un boitier situé en dessous du plateau.
- 5. 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.
- 6. 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



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)

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).

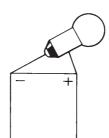
Correction de la fiche n°3 : Que se passe-t-il quand tu mets l'ampoule électrique en contact avec les bornes de la pile de 4,5V ?



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

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







Connexion pour laquelle l'ampoule <u>ne brille pas</u> :



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-telle ?

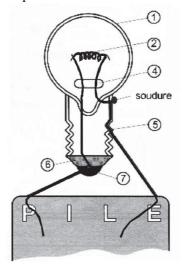


Quand nous connectons l'ampoule à la pile de 4,5V l'ampoule brille parce que le filament chauffe très fort (plus environ 2500 degrés Celsius).

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!



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:





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.

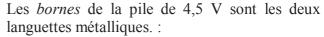
Si tu ne sais pas dénuder un fil électrique, consulte la fiche n°1 Si tu ne sais pas comment fixer les fils électriques sur les deux bornes de la pile, consulte la fiche n° 3 ,

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.



- 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 aluminum).

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



Sommaire

Introduction	1
1. Les compétences visées	1
2. Les paramètres variables :	2
3. Les trois versions « moteur », « dynamo » et « ventilateur »	3
4. Le défi	5
5. Outils pour les élèves	5
6. Les deux dessins individuels, le dessin de groupe et le dessin de synthèse	5
7. Le diagnostic des élèves « Je me pose des questions »	6
8. Les fiches d'aide	7
9. Le matériel	7
10. Le timing	8
Chapitre 1 - Quelques notions théoriques	10
1. La notion d'énergie	10
2. Conservation de l'énergie	12
3. Unité d'énergie sans le Système International	12
4. La LED	13
5. Les moteurs électriques	14
6. La lampe dynamo et la dynamo de bicyclette	16
7. Le moteur employé comme générateur de courant	16
8. L'ampoule alimentée par le moteur la dynamo ou le ventilateur	16
Chapitre 2 - Quelques préconceptions erronées repérées	18
Chapitre 3 - Les fiches de remédiation (appelées fiches d'aide pour les élèves)	19
1. Les fiches construction proprement dite	19
2. Les fiches organisation et choix des paramètres	21
3. Les fiches concepts	22
4. Les fiches pannes	27
5. Les fiches pour aller plus loin	27
Chapitre 4 - La synthèse - le concept d'énergie	28
Chapitre 5 - Le matériel	32
Bibliographie et sites Internet	33
Annexe : Synthèse du concent d'énergie	35

Introduction

La construction, par les élèves, d'une mini-éolienne a comme avantage de mettre en évidence la chaîne 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 » 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. 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 :

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

Compétences transversales :

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

-

¹ Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire - thème 6 - Cours de sciences au 1^{er} degré - AGERS

² 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:

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

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 d'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

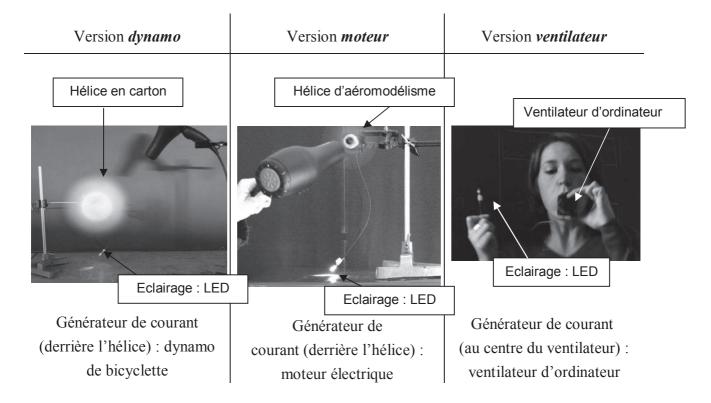
Une petite ampoule à filament (3,5V) et une LED (ampoule à faible consommation énergétique) sont proposées. Seule la LED pourra briller avec le système construit. Il faudrait un multiplicateur de vitesse pour faire briller l'ampoule classique. Le moteur présent dans la valisette et le ventilateur fournissent 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 sèchecheveux suffisamment puissant : les modèles à une seule vitesse de soufflerie sont parfois insuffisants.

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.





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.

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.

5. Outils pour les élèves

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.

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.

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.

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 utilise-t-on un moteur comme générateur de courant électrique ?

9. Le matériel

Le matériel nécessaire peut se classer en trois catégories :

- le matériel <u>individuel</u>³ à chaque groupe qui se trouve dans le coffret ;
- le matériel <u>commun</u>, déposé par l'enseignant au centre de la classe ;
- le matériel que les élèves apporteront <u>eux-mêmes</u>.

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;
- une lampe dynamo

_

³ 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.

- 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 statifs, 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.

10. Le timing

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

• 1^e période : annonce du défi, premier dessin individuel, dessin par groupe ;

- 2^e et 3^e 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^e période : deuxième dessin individuel, comparaison des deux dessins et synthèse.

Chapitre 1 - Quelques notions théoriques

1. La notion d'énergie

La notion d'énergie⁴ 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 »⁵. Ce terme d' « énergie » n'est d'ailleurs apparu que tardivement dans la littérature scientifique. Ainsi le mot « energy » (introduit par T. Young) date de 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 » (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*⁷ 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, par exemple, 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.

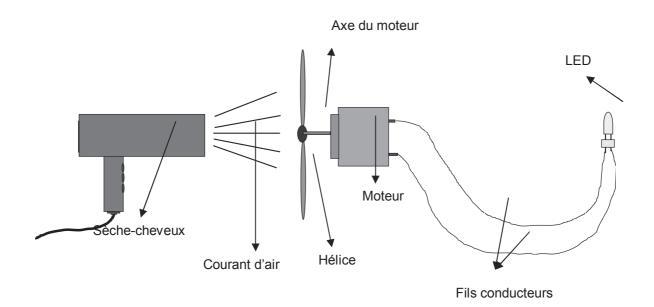
⁴ Le mot énergie provient du grec (*energeia*) qui signifie « force en action » par opposition à *dynamis* qui lui signifie « force en mouvement ».

⁵ Physique fondamentale et énergétique : les multiples visages de l'énergie – R. Balian – Académie des Sciences.

⁶ Construire des concepts en physique – G. Lemeignan, A. Weil-Barais – Hachette Education – 1993.

⁷ Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire - thème 6 - Cours de sciences au 1^{er} 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 :



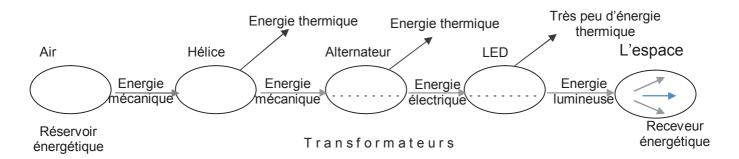
Dans ce montage, le sèche-cheveux met l'air en mouvement, le vent fait tourner l'hélice, l'hélice fait tourner l'arbre du générateur et l'arbre du générateur fait tourner le bobinage du générateur. Dans chacune de ces étapes, de l'énergie mécanique est fournie par un maillon de la chaîne d'objets qui 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).



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 cas⁸:



2. 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 entièreté à l'arrivée, mais probablement sous différentes formes dont certaines non voulues, ou non utilisables.

3. 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 mêtre une pomme de 100 grammes sur la Terre ;

⁸ 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.

4. 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 en courant continu.

Cette particularité provient de la matière qui constitue ce composant : il s'agit d'un semiconducteur. 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

Anode

Cathode

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

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.

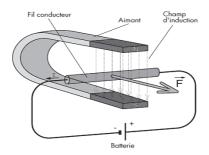
5. Les moteurs électriques

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 bobinage⁹ électrique (1), un aimant (2) et un axe (3) qui sort du moteur.



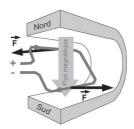
⁹ Le bobinage électrique peut être comparé à une bobine de fil à coudre dans laquelle le fil est remplacé par un fil électrique – qui laisse passer le courant. L'intérêt du bobinage est que, sur peu de place, on peut enrouler un long fil et donc augmenter l'effet souhaité.

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) :



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.

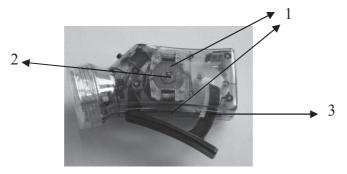
Si le courant est un courant alternatif (le secteur), à chaque alternance, le bobinage tourne d'un demi-tour. Nous ne rentrons pas dans les détails du fonctionnement des moteurs alimentés en courant continu (pile ou batterie) mais sachez que le principe reste le même, mis à part que ces moteurs possèdent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

6. 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 ellemême tourne car elle est solidaire de la manette actionnée par la main) et le bobinage qui est fixe.

7. 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 celuici 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).

8. 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 compliquée¹⁰, mais sachez qu'il existe et qu'il est normal.

_

¹⁰ 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.

Chapitre 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 évidence¹¹.

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*¹².

¹¹ Ballini P., Robardet G. et Rolando J.-M.- *L'intuition, obstacle à l'acquisition de concepts scientifiques* – Aster n°24 – 1997

¹² Lemeignan G., Weil-Barais A. – *Construire des concepts en physique* –Hachette Education – 1993

Chapitre 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.
N	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.



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.

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 <u>importante</u> 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.

3. Les fiches concepts





Ces neuf fiches sont construites en parallèle.

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

Actions dans le désordre :	Actions dans l'ordre chronologique :
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 :

Actions dans le désordre :	Actions dans l'ordre chronologique :
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 :	
Α.	L'ensemble « aimant et bobine de fil électrique » (générateur électrique) produit une courant électrique.	
В.	La manivelle entraîne dans son mouvement l'aimant qui tourne.	o C
C.	La main fait tourner la manivelle.	
D.	La lampe brille.	

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

Dans le cas de la dynamo de bicyclette :

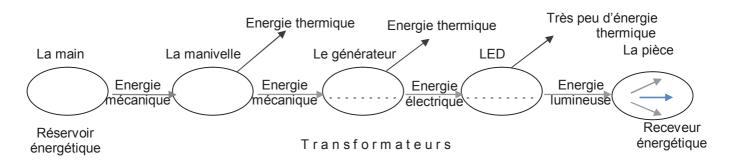
Les actions : L'énergie fournie : A. Le pied appuie sur la pédale. 1. La roue fournit de l'énergie mécanique au générateur (elle tourne). B. La lampe brille. La lampe fournit de l'énergie lumineuse (elle brille) et de l'énergie thermique (si elle C. La roue fait tourner la molette La dynamo fournit de l'énergie électrique. de la dynamo. D. La pédale fait tourner la roue. Le pied fournit de l'énergie mécanique. Le pédalier fournit de l'énergie mécanique. E. La dynamo fournit un courant 0 électrique.

Dans le cas de l'éolienne :

Les actions :		L'énergie fournie :
A. Le vent fait tourner les hélices de l'éolienne.		1. Les hélices fournissent de l'énergie mécanique au générateur (elle tourne).
B. Les hélices font tourner l'arbre du générateur.		2. La lampe fournit de l'énergie lumineuse (elle brille) et de l'énergie thermique (si elle chauffe) à la pièce.
C. Le générateur fournit de l'électricité à l'ampoule électrique.	0	3. Le générateur fournit de l'énergie électrique à la lampe.
D. L'ampoule électrique éclaire la pièce et chauffe (sauf si il s'agit de la LED).		4. Le vent fournit de l'énergie mécanique aux hélices.

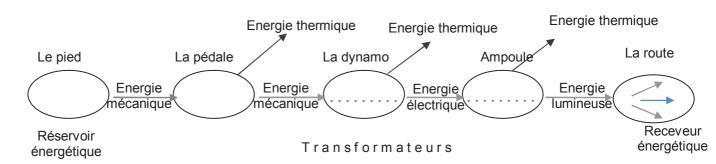
Les fiches n° 1.3, 2.3 et 3.3 permettent à l'élève de prendre conscience des différents transferts et transformations d'énergies tout au long de la chaîne d'objets.

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.

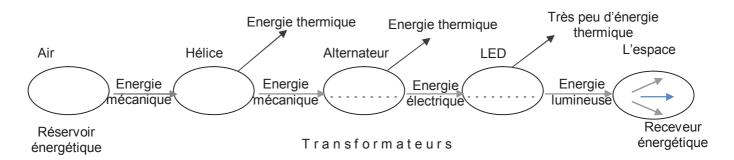
Dans le cas de la dynamo de bicyclette :



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).

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. 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.

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.	Le boîtier	Le boîtier	L'axe d'entraînement
2.	<u>La molette</u>	La bobine électrique	Le boîtier
3.	La bobine électrique	<u>La manette</u>	L'aimant
4.	L'aimant	L'aimant	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 boitier, 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.

Chapitre 4 - La synthèse - le concept d'énergie



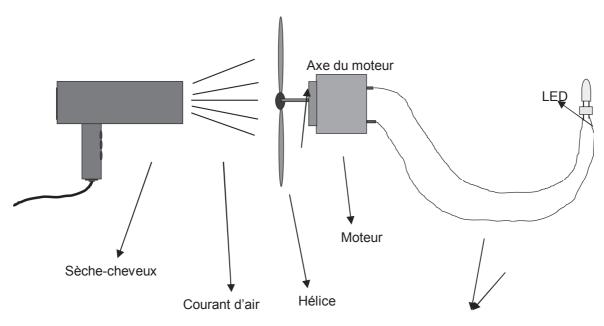
En aidant les élèves à se représenter le montage expérimental comme une *chaîne*¹³ d'objets qui interagissent entre eux, il est possible d'introduire, de manière superficielle certes mais correcte, la notion d'énergie. Il ne s'agit bien évidemment que d'une première approche qui devra être consolidée 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.

¹³ Éclairons notre lanterne - Enseignement secondaire - thème 6 - Cours de sciences au 1^{er} 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:



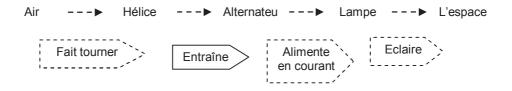
Fils conducteurs

1. Comme les représentations des élèves sont différentes, il est important de <u>standardiser</u> 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.

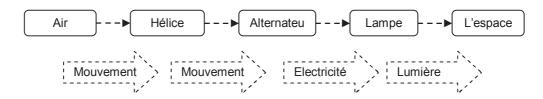
Il faut s'assurer que les élèves partent bien de la bonne chaîne avant de passer à la suite. Dans notre cas :

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 :



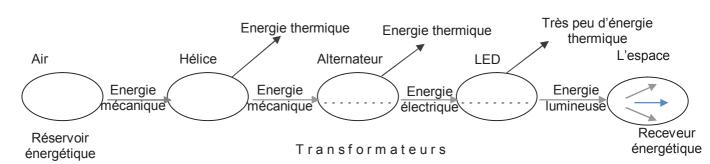
3. La deuxième chaîne dite « échange », permet à l'élève d'expliciter ce que chaque objet donne au suivant. En modifiant dans un but bien précis les montages déjà construits (par exemple dans notre cas, comment obtenir un éclairage plus intense ?), l'élève s'interroge sur les grandeurs physiques qui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



- Le panel de notions qui peuvent être abordées par la suite, lors de prolongements, avec l'enseignant, est grand :
 - o 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) ;
 - o les différentes formes d'énergie : mécanique, électrique, lumineuse, thermique, ... ;
 - o les sources d'énergies naturelles ;
 - o la notion de dégradation d'énergie par effet thermique ;
 - o 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.
- En annexe de ce dossier, vous trouverez un document permettant de guider votre classe dans la construction de la synthèse.

Chapitre 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.

Par contre, 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^{er} 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
 - o http://fr.wikipedia.org
- Pour la construction de la mini-éolienne
 - o http://fr.wikipedia.org

- Les ampoules électriques
 - o http://www.econo-ecolo.org/spip.php?article27
 - o http://www.demain-la-terre.net
- Les piles électriques :
 - o http://fr.wikipedia.org/wiki/Pile_%C3%A9lectrique
 - o http://www.ecoconso.be/
 - o http://www.web-sciences.com/fichests/fiche28/fiche28.php
 - http://fr.wikipedia.org/wiki/Nommage_commercial_des_piles_et_accumulateur
 s %C3%A9lectriques
- Les centrales électriques :
 - o http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/thermic.html
 - o http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/pwr.html
 - o http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage eau.jpg
- Les moteurs électriques :
 - o http://www.educauto.org/Documents/Tech/ANFA-VE/Originaux/electromagnetique.gif
 - o http://www.discip.ac-caen.fr/sti/stibacs/imagesperso/moteur-cc/principe1.gif
 - o http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/rfoy/capsules/moteur/

Annexe : Synthèse du concept d'énergie

Résumons!



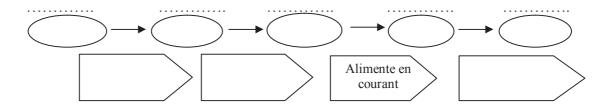
Dans le cadre élément) :	prévu	ci-dessous,	dessine	ton	montage	complet	(attention,	n'oublie	aucun

a) Sur les pointillés, écris les éléments de ton montage (lampe – générateur – espace – hélice – air) dans les petits rectangles en respectant l'ordre logique :

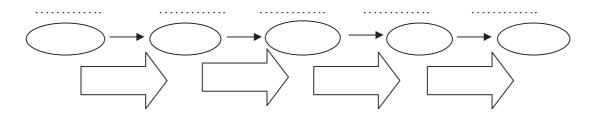


Vérifie bien que ta chaîne est correcte avant de faire la suite.

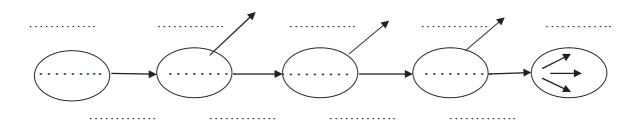
b) Chacun de ces éléments a un **effet** sur l'élément suivant. Complète les flèches en te servant de l'exemple suivant : quand tu roules à bicyclette, ton pied **fait tourner** (l'effet) la pédale. Nous avons aussi complété l'effet la plus difficile à exprimer.



c) Chacun des éléments **donne** à l'élément suivant ? Complète les flèches en te servant des mots mis à ta disposition (attention un mot peut apparaître plusieurs fois). Les mots à employer : mouvement – électricité – lumière.



d) Ce qui est donné à l'objet suivant est appelé **énergie**. Situe, au-dessus, des flèches les différentes énergies échangées (énergie électrique – énergie mécanique – énergie lumineuse et malheureusement presque à chaque échange de l'énergie thermique). Attention, un même type d'énergie peut apparaître plusieurs fois!





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 ?

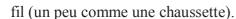
Dénuder consiste à enlever deux ou trois centimètres de la gaine en caoutchouc pour que les contacts électriques soient bons. Pour dénuder le fil électrique il faut se servir d'une pince spéciale (voir ci-dessous).

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

La pince à dénuder* :



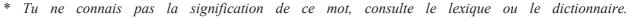




Il ne faut pas couper les fils métalliques très fins à l'intérieur.

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

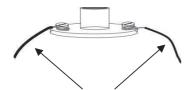




Fiche n°2 : Comment relier l'ampoule classique au circuit électrique et attacher les fils de connexion ?



- Coupe les deux fils aux bonnes dimensions pour faire ton montage.
- Dévisse légèrement (<u>pas complètement</u>) 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 (<u>dénudés</u> 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

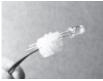


Fiche n°3 : Comment relier la LED* (ampoule spéciale) au circuit électrique ?



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





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 ?

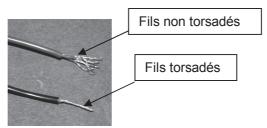


Pourquoi faut-il torsader les fils conducteurs*?

- 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 ?



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 ?



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 (<u>ne</u> découpe <u>pas</u> 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.

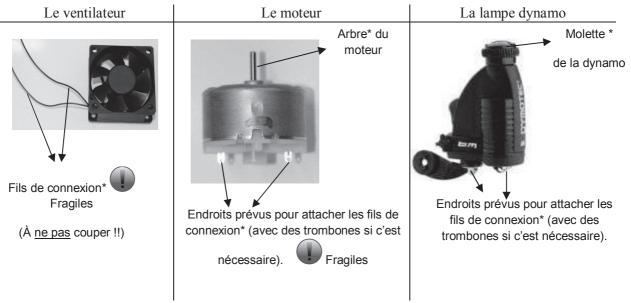


Une fois l'hélice fixée sur son axe, il faut **relier cet axe au système choisi.** Le moyen le plus simple est d'enfoncer le bouchon dans un tuyau en plastique qui fera la jonction avec la molette* de la dynamo.



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





^{*} 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 ?



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

- o les photos ci-dessous,
- o un dictionnaire ou le lexique,
- o 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 ?



Organis

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.

Fiche n° 3 : Quelle ampoule choisir ?



L'ampoule classique

L'ampoule LED

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





<u>Avantage</u>: très facile à visser sur son support.

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



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.

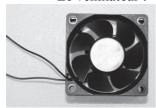


Fiche n°4 : Quel système d'entraînement choisir ?



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 :





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 :
 - o Est-ce que la taille, la forme, la couleur du système ont de l'importance ? Fais des essais!
 - o Comment doit « tourner » du système ? Méfie-toi, le résultat est parfois surprenant!
 - o 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.

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'<u>hélice blanche en plastique</u> et <u>celle qui est attachée au ventilateur</u> 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 <u>hélice en papier</u>, 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 ?



Organis

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. Oue 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.

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-la 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.

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

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

Fiche n°1.3 : Pourquoi l'ampoule reliée à la *miniéolienne* 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	Actions dans l'ordre chronologique
A. L'hélice se met à tourner et entraîne l'arbre*	1.
du générateur* électrique.	
B. Le générateur* électrique produit de	2.
l'électricité.	
C. Le sèche-cheveux chasse l'air vers l'hélice.	3.
D. L'ampoule brille.	4.
E. Les fils conducteurs* permettent au courant	5.
de circuler jusqu'à l'ampoule.	

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



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'é
A. L'ensemble « aimant et bobine de fil	1. La mani
électrique » (générateur électrique)	mécaniqu
produit une courant électrique.	
B. La manivelle entraîne dans son	2. L'ampoul
mouvement l'aimant qui tourne.	lumineus
	l'énergie
	chauffe).
C. La main fait tourner la manivelle.	3. Le généra
	l'énergie
D. La lampe brille.	4. La mair
•	mécaniqu

L'énergie fournie :						
1.	La	manivelle	fournit	de	l'énergie	
mécanique*(elle tourne).						

- fournit de l'énergie se* (elle brille) et de thermique*
- rateur électrique fournit de électrique.
- fournit de l'énergie ue*.

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		
A. Le pied appuie sur la pédale.	0	0	1. La roue fournit de l'énergie mécanique* au		
			générateur (elle tourne).		
B. La lampe brille.	0		2. La lampe fournit de l'énergie lumineuse*		
			(elle brille) et de l'énergie thermique* (si		
			elle chauffe).		
C. La roue fait tourner la molette de	0	0	3. La dynamo* fournit de l'énergie		
la dynamo.			électrique.		
D. La pédale fait tourner la roue.	0	0	4. Le pied fournit de l'énergie mécanique*.		
E. La dynamo fournit un courant	0	0	5. Le pédalier fournit de l'énergie		
électrique.			mécanique*.		

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

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





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]	L'énergie fournie		
A. Le vent fait tourner les hélices de		1. Les hélices fournissent de l'énergie		
l'éolienne.		mécanique* au générateur (elle tourne).		
B. Les hélices font tourner l'arbre du		2. La lampe fournit de l'énergie		
générateur *.		lumineuse* (elle brille) et de l'énergie		
		thermique* (si elle chauffe) à la pièce.		
C. Le générateur fournit de		3. Le générateur fournit de l'énergie		
l'électricité à l'ampoule		électrique*à la lampe.		
électrique.				
D. L'ampoule électrique éclaire la	0 0	4. Le vent fournit de l'énergie		
pièce et chauffe (sauf si il s'agit		mécanique*aux hélices.		
de la LED).				

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.



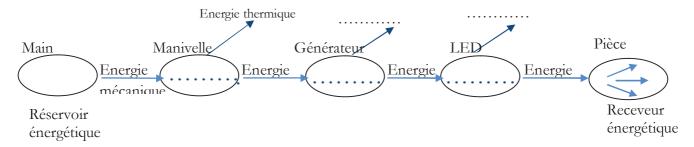
Fiche n°3.1 : Transformations d'énergie* dans la *lampe de poche dynamo*







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 3;

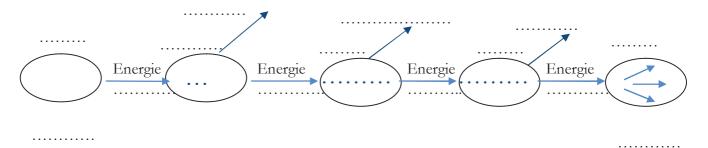
Tu ne connais pas les différentes énergies ? Consulte la fiche 2-1

Fiche n°3.2 : Transformations d'énergie dans la *dynamo de bicyclette*.





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.

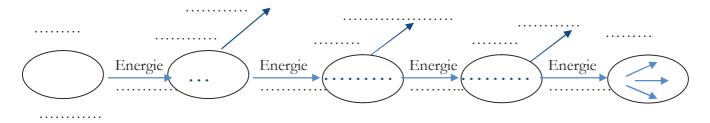
····×------

Fiche n°3.3 : Les transformations* d'énergie* dans ton éolienne!



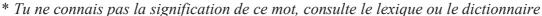
Reproduis dans ton carnet de bord le schéma ci-dessous et note :

- 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)



Fiche n°1 : Tu utilises le moteur et l'ampoule ne brille pas ?





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 bons 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?





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.

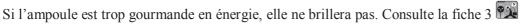
Pose-toi des questions :

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 bons sens ? 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 ?





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 2.

La soufflerie:

As-tu essayé toutes les directions pour diriger l'air du sèche-cheveux ? Consulte la fiche 7 2.

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?



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	4.	
3		

Mots clés : une <u>bobine électrique</u> (très long fil de cuivre, enroulé sur lui-même pour prendre moins de place et former une boucle) – un <u>aimant</u> (cylindrique) – le <u>boîtier</u> – la <u>molette</u> (qui tourne lorsque la roue tourne).

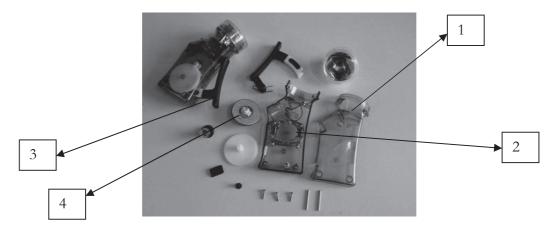
Fiche n°2 : Qu'y a-t-il dans la lampe de poche dynamo?



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.



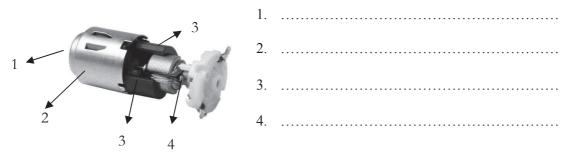
Lorsque tu as terminé cette fiche, vérifie tes réponses sur la fiche de correction.

Fiche n°3 : Qu'y a-t-il dans un *moteur électrique* ?



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 leurs explications, complète la légende de cette photo dans ton cahier.



 $Mots\ clé: \underline{bobine\ de\ cuivre} - \underline{aimant} - \underline{boîtier\ du\ moteur} - \underline{axe\ d'entraînement}.$

Que constates-tu si tu compares les éléments du moteur électrique, de la dynamo de la bicyclette ou de la lampe dynamo ?

Fiche n°4 : Peut-on utiliser un moteur comme générateur ?





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 ?



C 11 \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	. , .	11.6	A 2) 1 (1 \
			A3) pour les é on de la mini é	

Je me pose des questions pour

construire la mini

éolienne

ventilateur ou la

dynamo à l'ampoule? Fiche n°7

Comment relier

lampe ne brille moteur et ma J'utilise un pas!

J'utilise la

Fiche n°1

dynamo et ma lampe ne brille Fiche n°2

réaliser et fixer une hélice en Fiche n°6 papier?

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

torsader un fil électrique ?

Fiche n°4

sont ses éléments Qu'est-ce qu'une éolienne? Quels

essentiels? Fiche n° 1

Fiche n°3-3 l'éolienne?

> l'éolienne mais je composants de organiser mon Je connais les ne sais pas différents travail!

> > comment la diriger Quelle soufflerie

utiliser et

ma lampe ne ventilateur et brille pas! Fiche n°3

J'utilise le

efficacement sur

l'hélice?

Fiche n° 7

Quelles sont les transformations d'énergie dans

la dynamo de bicyclette? Fiche n°3-2

es deux faces de l'hélice sont-elles

identiques? Fiche n°6

Quelle ampoule Fiche n°3 choisir?

Quelle hélice Fiche n° 5 choisir?

d'entraînement Quel système Fiche n°4 choisir?

dénuder un fil électrique? Fiche n°1 couper et

Qu'y a-t-il dans une lampe de

Qu'y a-t-il dans une dynamo de bicyclette?

Fiche n°1

dynamo? Fiche n°2

poche

circuit électrique et attacher les fils de connexion classique au

Fiche n°2

Peut-on utiliser générateur de électrique? Fiche n°4 un moteur courant comme

> Comment relier Ia LED au circuit électrique?

Fiche n°3

Qu'y a-t-il dans

un moteur électrique? Fiche n°3 Pourquoi

ampoule de la lampe dynamo brille-t-elle? Fiche n°1-1 Pourquoi

> Quelles sont les transformations d'énergie dans

l'ampoule reliée bicyclette brille-t-elle? à la dynamo de

Fiche n°1-2

l'ampoule reliée à l'éolienne brille-t-elle? Fiche n°1-3

Pourquoi

énergies dans la lampe dynamo? Quelles sont les différentes

Fiche n°2-1 Quelles sont les énergies dans la

différentes dynamo de bicyclette? Fiche n°2-2

Quelles sont les énergies dans

poche dynamo?

Fiche n°3-1

transformations Quelles sont les

d'énergie dans la lampe de différentes l'éolienne? Fiche n°2-3

Construction de la mini-éolienne

	Nous attirons ton attention sur ces fiches.	Nous attirons ton attention sur ces fiches		
				No.
consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo	consulte la marguerite repérée par le logo
Tu ne sais pas comment dénuder un fil, attacher la LED, tu as besoin d'un conseil pratique	Tu ne sais pas comment organiser ton travail ou quels choix faire dans le matériel,	Pour que tes connaissances soient complètes découvre les transformations d'énergie,	Tu veux corriger une panne,	Tu as fini ta construction et tu veux en savoir plus,

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



Organise







La nacelle



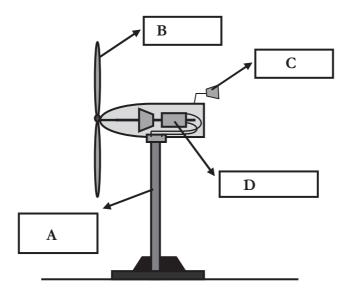
Le générateur de courant électrique



Les pales de l'hélice



Le mat de l'éolienne.



- A. Le mat qui porte la nacelle et la turbine (hélice);
- B. L'hélice qui a, suivant les cas 1, 2 ou 3 pales ;
- 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.

La définition : 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 ?



ganiser 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'entrainement, 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 sèchecheveux
- 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 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille l'ampoule classique ne brille l'ampoule classique ne brille jamais – voir fiche n°2 (l'ampoule classique ne brille l'ampoule classique

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

Correction de la fiche n° 3 : Quelle ampoule choisir ?



L'ampoule classique

L'ampoule LED

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



- 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!



- 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 grande 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?



Le ventilateur :







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 fatiguant 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 ?



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.

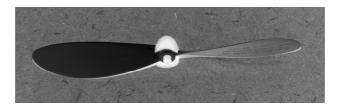
De ce choix, découleront le choix du système d'entraînement.

Chaque hélice possède ses avantages et ses inconvénients, en voici quelques uns que nous avons repérés (tu en trouveras certainement d'autres) :

	Avantages	Inconvénients	
Hélice en plastique	Facile à fixer	Forme imposée	
	Rigide	Petite	
Hélice du ventilateur	Déjà fixée	Forme imposée	
	Tourne très bien		
Hélice en papier cartonné	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 ?





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 ?



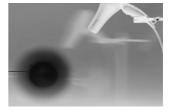
Si tu utilises l'hélice du ventilateur d'ordinateur, tu peux souffler toi-même dessus. Si tu souffles suffisamment fort, de façon un peu décentrée et perpendiculairement, la LED va briller. Tu peux ensuite utiliser le sèche-cheveux.



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.



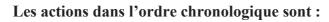
Dans tous les cas, la façon de diriger le courant d'air sur l'hélice a de l'importance. Pour faire briller la lampe, il faut :

- 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 certaines astuces, n'oublie pas de les noter.

Correction de la fiche n°1.1 : Pourquoi l'ampoule de la *lampe dynamo* brille-t-elle ?



Dans le cas de la lampe de poche dynamo:





- 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 ?





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 ?



Dans l'ordre chronologique des étapes est :

- 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*



Les actions :		L'énergie fournie :		
A. L'ensemble « aimant et bobine de fil électrique » (générateur électrique) produit une courant électrique.		La manivelle fournit de l'énergie mécanique (elle tourne).		
B. La manivelle entraîne dans son mouvement l'aimant qui tourne.		2. L'ampoule fournit de l'énergie lumineuse (elle brille) et de l'énergie thermique (si elle chauffe).		
C. La main fait tourner la manivelle.		3. Le générateur électrique fournit de l'énergie électrique.		
D. La lampe brille.	O* *O	4. La main fournit de l'énergie mécanique.		



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^e 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).

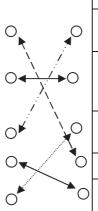
^{*} Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

Correction de la fiche n°2.2 : Les différentes énergies* dans la *dynamo de bicyclette*



Les actions :

- A. Le pied appuie sur la pédale.
- B. La lampe brille.
- C. La roue fait tourner la molette de la dynamo.
- D. La pédale fait tourner la roue.
- E. La dynamo fournit un courant électrique.



L'énergie fournie :

- 1. La roue fournit de **l'énergie mécanique** au générateur (elle tourne).
- 2. La lampe fournit **de l'énergie lumineuse** (elle brille) et de **l'énergie thermique** (si elle chauffe).
- 3. La dynamo fournit de l'énergie électrique.
- 4. Le pied fournit de l'énergie mécanique.
- 5. Le pédalier fournit de l'énergie mécanique.



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^e 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.

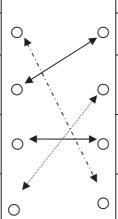
Correction de la fiche n°2.3 : Les différentes énergies* dans l'éolienne



Les énergies échangées sont :

Les actions :

- A. Le vent fait tourner les hélices de l'éolienne.
- B. Les hélices font tourner l'arbre du générateur.
- C. Le générateur fournit de l'électricité à l'ampoule électrique.
- D. L'ampoule électrique éclaire la pièce et chauffe (sauf si il s'agit de la LED).



L'énergie fournie :

- 1. Les hélices fournissent de **l'énergie mécanique** au générateur (elle tourne).
- La lampe fournit de l'énergie lumineuse (elle brille) et de l'énergie thermique (si elle chauffe) à la pièce.
- 3. Le générateur fournit de l'énergie électrique à la lampe.
- Le vent fournit de **l'énergie mécanique** 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^e 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!

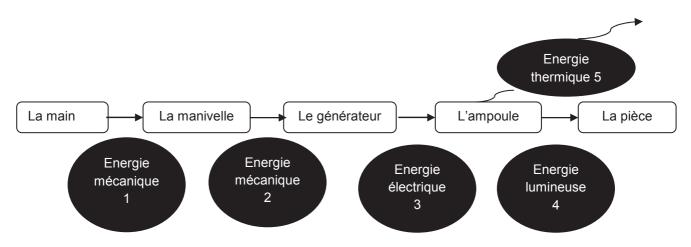
L'énergie **électrique** fournie à un corps permet à celui-ci de **bouger** (jouet électrique), de briller (lampe électrique), de **chauffer** (le radiateur électrique).

^{*} 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*



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.

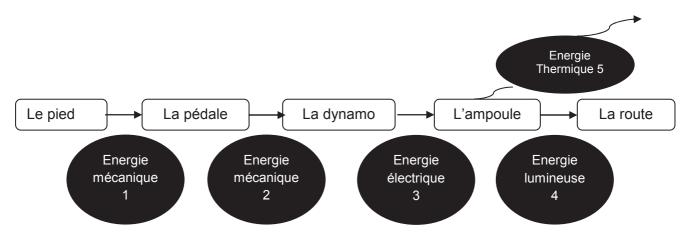
^{*} Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire.

Correction de la fiche n°3.2 : Transformations d'énergie dans la *dynamo de bicyclette*.





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.

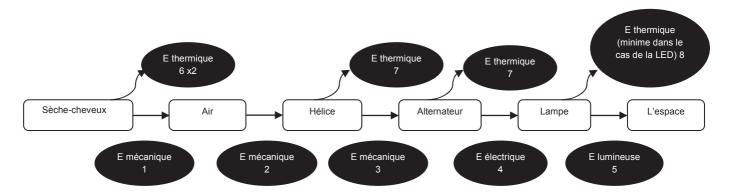


- 1. Le pied fait tourner la pédale : il transmet donc de l'énergie mécanique.
- 2. La pédale tourne et **fait tourner** la molette de la dynamo : elle transmet donc de l'énergie **mécanique**.
- 3. La dynamo produit un **courant électrique** : elle fournit donc de l'énergie **électrique**.
- 4. L'ampoule 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.

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.

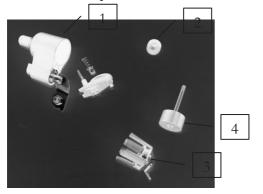
Si tu rencontres des difficultés, retourne aux fiches n° 1 (1, 2 et 3), 2 (1, 2 et 3), 3 (1 et 2)

^{*} 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 :

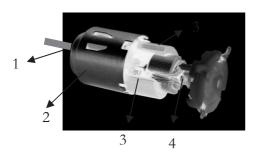


- 1. Le boîtier
- 2. La bobine de fil électrique
- 3. La manette
- 4. L'aimant.

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 ?





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.

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 sépare)

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'entrainement : 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*.

Sommaire

Les ampoules électriques	1
L'ampoule électrique classique à incandescence	2
Les ampoules « fluo compactes » ou « basse consommation »	3
La diode électroluminescente	4
Les piles électriques	6
Un peu de vocabulaire	7
Réactions chimiques	7
Classement	8
Piles non rechargeables	8
Piles rechargeables	9
Utilisation des piles rechargeables	9
La décharge des piles	10
Recyclage:	10
Les centrales électriques	11
Centrale thermique (à flamme)	12
Centrale électrique thermique (nucléaire)	13
Centrale électrique hydraulique	15
Les éoliennes	16
Un peu d'histoire	19
Un peu d'histoire	20
Annexe	21

Dossiers supplémentaires

Les ampoules électriques



L'ampoule électrique classique à incandescence¹

Le filament est en tungstène² (métal) d'un diamètre inférieur à 1/10 mm. Lorsque l'ampoule est branchée le filament chauffe tellement fort qu'il devient incandescent et émet de la lumière.

Malheureusement, les lampes à incandescence traditionnelles convertissent environ 90 % de l'énergie électrique en chaleur et donc seulement environ 10% en lumière!

Voici les parties principales de l'ampoule électrique :

- 1. L'ampoule en verre
- 2. Le filament
- 3. Le support du filament
- 4. La perle³ de verre
- 5. Le culot ou vis en laiton
- 6 L'isolant
- 7. Le plot



Schéma de l'intérieur de l'ampoule



Sur ce schéma on se rend compte que le courant électrique passe par tous les endroits conducteurs : la pile, une borne de la pile, le plot, le support du filament, le filament, l'autre

¹ Retirées progressivement du marché à partir de janvier 2009

² Le tungstène fond à 3400 °C, c'est le plus réfractaire (qui résiste à certaines influences physiques ou chimiques, ici : une haute température) de tous les matériaux. Avec le temps, le tungstène se fragilise. Le filament finit ensuite par se briser et l'ampoule doit être remplacée.

³ La perle de verre a des formes différentes suivant les ampoules.

support du filament, la soudure le culot en laiton, la deuxième borne de la pile et retour dans la pile avant de recommencer un autre circuit ...

Les ampoules « fluo compactes » ou « basse consommation »



L'éclairage représentant une partie non négligeable de la consommation électrique d'un foyer, il est possible de réduire significativement la facture d'électricité en remplaçant les ampoules à incandescence par des ampoules économiques. Les lampes fluocompactes ont une plus grande efficacité énergétique et permettent d'économiser jusqu'à 80 % d'électricité.

Ces ampoules sont des tubes (comme nos tubes, appelés à tord « néon » - en réalité ces tubes ne contiennent pas de néon mais du mercure ou de l'argent) repliés sur eux-mêmes de manière à prendre moins de place. C'est donc dans ce cas la décharge électrique dans le gaz qui permet à l'ampoule de briller.

Leurs avantages:

- Durée de vie plus longue : de 6 à 10 fois supérieure à l'ampoule à incandescence
- une lampe fluocompacte de 20 W
 - o fournit autant de lumière qu'une ampoule classique de 100 W et dégage 80 % de chaleur en moins
 - o consomme quatre à cinq fois moins, et donc économise près de 1000 kWh pendant sa durée de vie !

Leurs inconvénients:

- Le prix à l'achat (de 4,5 à 15 euros suivant le modèle), mais si l'on prend en compte l'économie réalisée en énergie le surcoût est relativement vite amorti.
- Leur encombrement est supérieur aux lampes classiques.
- Leur lumière est différente des ampoules au tungstène.
- Ces lampes mettent généralement 1 à 2 minutes avant de fournir 100% de leur éclairage maximal. Il est donc déconseillé de les placer dans les zones d'éclairage de courte durée (couloir, toilettes...).

Anecdote:

Quand Philips a remplacé les quelques 10 000 ampoules à incandescence illuminant la tour Eiffel par des ampoules fluocompactes, la note d'électricité de l'un des monuments les plus visités au monde a été réduite de 38 %...

Equivalence de puissance entre ampoules classiques et ampoules économiques :



Ampoule classique⁴ Ampoules économiques

3

⁴ Retirées progressivement du marché à partir de janvier 2009

40 W	7 - 9 W
60 W	11 W
75 W	15 - 16 W
100 W	18 - 20 W
120W (théorique)	23 W

La diode électroluminescente



La lampe à diode électroluminescente, appelée aussi lampe à DEL est un type de lampe électrique qui utilise des $\underline{\mathbf{D}}$ iodes $\underline{\mathbf{E}}$ lectro $\underline{\mathbf{L}}$ uminescentes (abrégé DEL en français et LED en anglais).

Jusqu'à présent ces lampes étaient surtout utilisées pour réaliser des voyants lumineux (témoin de veille ou de fonctionnement d'appareils électriques, signalisation...). En raison des progrès techniques récents, les LED seront sans doute l'ampoule du futur, on les trouve déjà dans la signalisation personnelle (cyclistes et piétons); certains feux de signalisation et éclairages publiques des villes; comme lampe de balisage des jardins (alimentées par panneau solaire); dans les écrans vidéos de grande taille (halls, stades, ...).

Avantages:

- Faible consommation électrique grâce à un rendement correct
- Durée de vie beaucoup plus longue

Inconvénients:

- Le prix à l'achat des lampes à DEL reste plus élevé que celui d'une lampe classique, à luminosité égale mais devrait baisser rapidement compte-tenu du développement rapide des ventes
- Les DEL dites blanches produisent un blanc qui tire souvent vers le bleu (blanc froid).
- Les DEL bleues ainsi que les DEL blanches contiennent un spectre bleu de forte intensité dangereux pour la rétine si elles entrent dans le champ de vision, même périphérique.

Comparaison:

Technologie	Rendement ⁵ (lumen par watt lm/W)	Durée de vie moyenne (heures)	Prix à l'achat ⁶
Lampe incandescente	12 - 20 lm/W	1 000 h - 1 200 h	Entre 1 et 3 €
Lampe fluorescente	60 - 100 lm/W	6 000 h - 15 000 h	Entre 5 et 11 €
Lampe à DEL	12 - 100 lm/W	50 000 h - 100 000 h	Entre 4 et 12 €

-

⁵ Le nombre de lumens indique la quantité de lumière fournie. Le nombre de watt exprime la consommation d'énergie électrique. Plus le rapport est grand, plus la lampe convertit l'énergie en lumière.

⁶ En 2008

Dossiers supplémentaires

Quand on parle de kWh (kiloWatt heure) on parle d'énergie dissipée par l'appareil électrique pendant une heure. Ainsi 50kWh correspond à l'énergie que doit dépenser un appareil électrique pour fournir une puissance de 50kW pendant une heure.

Cette énergie a un coût : par exemple, une ampoule de 100W (soit 0.1kW) consomme donc 0.1kWh si elle reste allumée en permanence durant 1 heure, soit 0,01311€ par heure en tarif normal (option de base, 0.1311€ le kWh) ou 0,00654€ en heure creuse.

Dossiers supplémentaires

Les piles électriques

Un peu de vocabulaire

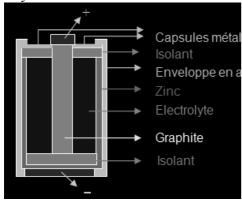
La **pile**⁷ **électrique** est un dispositif électrochimique qui transforme l'énergie d'une réaction chimique en énergie électrique. Quand les réactifs sont épuisés il faut remplacer la pile par une neuve.

L'**accumulateur** fonctionne de la même manière mais, contrairement à la pile, l'accumulateur peut être rechargé (de 400 à 1000 fois), on parle aussi alors de "pile rechargeable".

Une **batterie** est l'ensemble de piles ou d'accumulateurs qui sert à alimenter un appareil électrique.

Réactions chimiques

Le boîtier d'une pile abrite la réaction chimique qui existe entre deux substances : l'une peut céder facilement des électrons (matériau réducteur), et l'autre peut les accepter (matériau oxydant). Une telle réaction est appelée une oxydoréduction. Chaque élément du couple oxydant/réducteur est relié à une électrode.



La borne (-) de la pile correspond à l'anode, endroit où se produit la réaction d'oxydation qui va fournir les électrons.

La borne (+) de la pile correspond à la cathode, endroit où se produit la réaction de réduction qui va consommer les électrons.

Le pôle négatif est constitué par le zinc métallique L'électrolyte est une solution acide et gélifiée de chlorure d'ammonium NH4+ + Cl-. Le pôle positif est un bâton de graphite (carbone).

En fonction du type d'électrolyte (mélange chimique qui permet aux particules chargées de circuler) utilisé, on obtient une pile saline (électrolyte à base de chlorure comme le sel), alcaline (à base d'électrolyte alcalin comme la soude) au lithium (à base d'électrolyte au lithium), ...

Lorsque la pile est placée dans un circuit électrique, il apparaît dans ce circuit un courant électrique; la réaction chimique provoque la circulation des charges (électrons, ions). Une pile fournit du courant continu (contrairement aux prises de courant qui fournissent du courant alternatif).

-

⁷ Voir le paragraphe : *Un peu d'histoire*

La pile électrique de 4,5V contient trois montés piles de 1,5V montées en série.

Vous pouvez réaliser une pile avec un citron, un trombone déplié (en acier) et un fil électrique dénudé (en cuivre). Le trombone et le fil électrique reliés à une diode électroluminescente connectée correctement (en effet, une pile fournit un courant continu et la LED ne laisse passer le courant électrique que dans un sens, il faudra donc connecter celle-ci dans le bon sens).

Classement

Appellation commerciale	Code pile		Tensions	Photo
Crayon	AAA	(L)R3	1,5V	1
Mignon (penlight)	AA	(L)R6	1,5V	
Baby	С	(L)R14	1,5V	Te!
Mono	D	(L)R20	1,5V	Notes that is been as a second to the second
Bloc	PP3	6(L) F22	9V	o Company
Pile « plate »			4,5V	Rocket
Boutons				

Piles non rechargeables

Les piles zinc/carbone ou piles Leclanché

Anciennement, ces piles contenaient du mercure et du cadmium. Mais la tendance actuelle est à la réduction des teneurs en ces deux métaux lourds. Ces piles ont une capacité de stockage limitée et ne peuvent être utilisées que dans des appareils qui ne consomment pas beaucoup d'énergie (radio, calculette, télécommande, réveil,...). De plus, il arrive qu'elles coulent. Ce type de pile est deux fois moins cher que les piles alcalines mais dure deux à trois fois moins longtemps.

Les piles alcalines

Très performantes, avec une grande capacité de stockage, ces piles ont une longue durée de vie. Une seule pile alcaline remplace 3,5 piles zinc/carbone. Elles sont particulièrement adaptées pour les walkmans, les lampes torches, les flashes,... Ce type de pile est très répandu.

Les piles à oxyde d'argent sont les piles « bouton » utilisées dans les montres, calculettes, gadgets.

Les *piles au lithium* sont aussi des piles « bouton » mais de plus grande taille, très plates utilisées dans les montres, les balances, les calculettes,.... Elles ont une durée de vie élevée : au moins 2 fois celle d'une pile alcaline et fournissent des voltages doubles de celui des autres piles.

Piles rechargeables

Les *accumulateurs au plomb* sont les batteries de voiture qui contiennent une dizaine de kilos de plomb.

Les piles *rechargeables au nickel-cadmium* NiCd sont les piles rechargeables standards. Elles conviennent pour la plupart des usages domestiques. Leur principal désavantage est qu'elles contiennent une part importante de cadmium. Elles présentent un effet mémoire important et leur durée de vie est moins longue que celles des piles rechargeables NiMH.

Les piles rechargeables nickel-métal hydrure NiMH ont une puissance énergétique qui dépasse de 20 à 30% celle des piles rechargeables à base de cadmium. Le cadmium y a été remplacé par de l'hydrogène (hydrure). Leur puissance et leur longévité sont supérieures, elles se déchargent moins vite que les NiCd et ne présentent pas d'effet mémoire : elles peuvent être rechargées avant décharge complète, sans que cela ne réduise leur capacité maximale. Cette sorte de pile présente néanmoins un désavantage : elle ne supporte pas les températures supérieures à 45°C.

Les *piles rechargeables lithium-ions* sont principalement utilisées pour les GSM, les ordinateurs portables, les caméscopes, etc. Ces batteries ont comme principal avantage une grande capacité pour un faible poids. Elles offrent jusqu'à 50% d'énergie en plus que les batteries NiMH et le double de l'énergie des batteries NiCd. Coûteuses à l'achat, elles se chargent sur l'appareil proprement dit et pas sur un chargeur.

Utilisation des piles rechargeables

En principe, les piles rechargeables peuvent remplacer les piles classiques cylindriques et conviennent parfaitement aux appareils pourvus d'un moteur (très énergivores) : baladeur, radiocassette, jouet téléguidé... Toutefois, elles ne conviennent pas pour certaines utilisations. En effet, elles se déchargent au fil du temps, même non utilisées. Elles ne s'adaptent donc pas aux équipements à usage occasionnel : lampes de poche, détecteurs de fumée, télécommandes... De plus, leur tension est inférieure à celle des piles classiques (1,2 volt contre 1,5 volt), on évitera donc leur utilisation pour les appareils photo, les appareils médicaux...

Coût

_

⁸ Lorsque la charge de la pile rechargeable faiblit, la production de courant électrique est insuffisante pour le fonctionnement des appareils. Il faut alors recharger la pile en la plaçant dans un chargeur. A ce moment-là, si la pile n'est pas complètement vide, la charge est incomplète et fixe une nouvelle capacité maximale inférieure. C'est ce qu'on appelle l'effet mémoire.

L'achat de piles rechargeables et d'un chargeur représente une dépense importante, mais celle-ci sera vite amortie.

La décharge des piles

En général toutes les piles se déchargent au cours du temps, même si elles ne sont pas utilisées. Il existe des technologies de piles activables qui permettent de retarder le démarrage de la réaction. Elles sont par exemple utilisées dans les éléments de sécurité (airbag, balise de détresse de bateau, etc.) ou dans certaines applications militaires.

Recyclage:

En moyenne les piles électriques sont jetées alors qu'elles possèdent encore un tiers de leur énergie utilisable. En effet, les appareils électroniques (appareil photo numérique, lecteur MP3, etc.) ont besoin d'une tension minimale pour fonctionner, or la tension des piles baisse au cours de leur décharge. De telles piles (alcalines ou charbon-zinc) pourraient encore être utilisées pour alimenter des appareils moins exigeants (réveil, jouet, lampe de poche, télécommande, etc.).

Les piles sont des déchets à traiter avec précaution. Elles contiennent des métaux (nickel - cadmium - mercure - plomb - fer - zinc - lithium) dont certains sont toxiques et nocifs pour l'environnement. En outre les piles ne sont évidemment pas biodégradables.

Comme nous l'avons vu, les métaux lourds ont été éliminés de la plupart des piles vendues sur le marché. Si les piles alcalines ne contiennent plus de métaux lourds, certaines piles boutons en revanche contiennent encore du mercure qui est un métal lourd dangereux. C'est également le cas de certains accumulateurs Ni-Cd qui contiennent du cadmium.



Les piles ne doivent donc pas être jetées dans une poubelle ordinaire, mais rapportées dans un point de collecte. En Belgique, environ 70 % des piles étaient collectées en 2000. Expliquer aux élèves que le recyclage des piles est un geste important pour la planète nous semble tout à fait nécessaire!

Dossiers supplémentaires

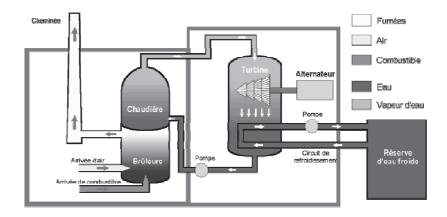
Les centrales électriques

Centrale thermique (à flamme)



Figure : **Centrale TGV de Seraing** Source : photos René Vanden Berghe & Partners, ELECTRABEL

- 1. Le charbon, le pétrole, le gaz naturel, les gaz issus de hauts-fourneaux sont des combustibles (ils peuvent bruler). Leur combustion, qui a lieu dans la chaudière, fournit une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. Celle-ci est utilisée pour chauffer de l'eau et la transformer en vapeur d'eau sous pression.
- 2. Cette vapeur d'eau fait tourner une turbine qui entraîne un alternateur.
- 3. L'alternateur produit le courant électrique (en réalité une tension électrique) qui alimente tous nos appareils électriques (électroménagers, ordinateurs...).
- 4. La vapeur d'eau est ensuite refroidie par l'eau d'un cours d'eau ou dans une tour de refroidissement.



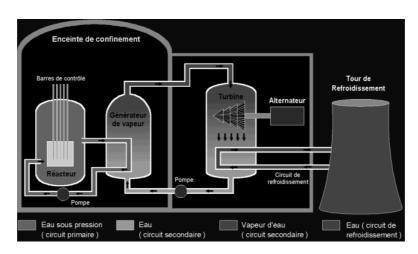
 $\underline{http://perso.id\text{-}net.fr/}{\sim}brolis/softs/domodidac/thermic.html$

Rq. Une centrale thermique à flamme fournit une puissance électrique de l'ordre de quelques centaines de mégawatts (1 MW = 1 000 000 W).

Centrale électrique thermique (nucléaire)



- 1. Une centrale nucléaire est une centrale thermique qui utilise l'énergie d'un combustible qui en l'occurrence est un « combustible nucléaire » (l'uranium 235 ou le plutonium 239). Lors de la fission, beaucoup d'énergie est libérée.
- 2. Cette énergie est utilisée pour faire chauffer de l'eau et la transformer en vapeur.
- 3. Cette vapeur fait tourner une turbine, qui elle même entraine un alternateur.
- 4. Cet alternateur produit le courant électrique (en réalité une tension électrique) dont nous avons besoin pour alimenter tous nos appareils électriques.
- 5. A la sortie de la turbine la vapeur d'eau est refroidie dans une tour de refroidissement pour se repasser à l'état d'eau.



http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/pwr.html

Il est intéressant de remarquer que, dans une centrale thermique nucléaire, il existe trois circuits d'eau :

Le permier, appelé *circuit primaire* est un circuit fermé. Ce circuit se trouve dans le cœur du réacteur, là où la tempéraure est très importance. Dans ce circuit, l'eau est maintenue sous *pression* pour ne pas bouillir et y reste confinée.

L'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau du circuit secondaire par l'intermédiare d'un échangeur. Ce circuit est aussi un circuit fermé. L'eau de ce deuxième circuit se tranforme en vapeur et fait donc tourner la turbine. Après son passage dans la turbine, la vapeur est refroidie par l'eau du troisème circuit, retourne vers le générateur de vapeur et recommence ainsi un cycle.

Le troisième circuit, appelé circuit de refroidissement, est indépendant des deux précédents. Dans ce circuit la vapeur sortant de la turbine est condensée. Le condenseur lui-même est constitué de milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide d'une source extérieure, comme une rivière par exemple. L'eau encore légèrement réchauffée, est rejettée dans la rivière. Afin de diminuer ce réchauffement des tours aéroréfrigérantes sont aménagées. Dans ces tours, l'eau du condenseur est refroidie par le courant d'air qui monte dans la tour, la majeure partie retourne vers le condenseur et une petite partie s'évapore dans l'atmosphère (ce qui explique la vapeur condensée bien visible au dessus de la tour).

Dossiers supplémentaires

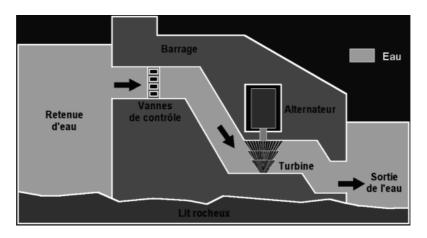
Rq. Un réacteur nucléaire fournit une puissance électrique de l'ordre du millier de mégawatts (1 $MW = 1\,000\,000\,W$).

Centrale électrique hydraulique



http://blog2b.hosting.dotgee.net/blog/wp-content/uploads/eau/barrage_eau.jpg

- 1. La centrale hydraulique, comme son nom l'indique, puise l'énergie dans l'eau. Il s'agit souvent d'une grande quantité d'eau contenue dans un barrage. Maintenue en hauteur, par rapport à la partie basse du barrage, l'eau possède de l'énergie. Une fois libérée lors de l'ouverture des vannes, l'eau se met à dévaler vers la partie basse du barrage le long d'une conduite forcée et sa vitesse augmente.
- 2. A la sortie de la conduite forcée, l'eau fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur.
- 3. L'alternateur produit un courant électrique (en réalité une tension électrique) qui alimente tous nos appareils électriques (électroménagers, ordinateurs...).
- 4. A la sortie de la centrale, l'eau reprend son cours normal.



http://perso.id-net.fr/~brolis/softs/domodidac/hydro.html

Rq₁.Les centrales hydrauliques ont une puissance qui peut aller de quelques milliers de watts pour une centrale individuelle (destinée à alimenter une seule habitation) à 500 MW (mégawatts) pour un barrage d'importance.

Rq2 Il existe d'autres types de centrales hydrauliques. : les centrales marémotrices qui, comme leur nom l'indique, utilisent l'énergie des marées ou d'autres centrales, plus rares, qui utilisent l'énergie des vagues.

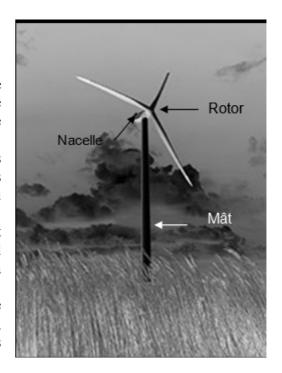
Les éoliennes

La partie visible d'une éolienne est composée de trois parties : le *mât*, la *nacelle* et le *rotor*.

Le *mât*, généralement en métal, est fixé sur une fondation implantée dans le sol, une lourde semelle en béton qui assure l'ancrage et la stabilité de l'éolienne.

Le mât des éoliennes atteint aujourd'hui des hauteurs de l'ordre de 50 à 100 m de haut pour les plus puissantes. Le mât contient une échelle d'accès ainsi que les câbles électriques de raccordement au réseau. La *nacelle* abrite les équipements qui produisent l'électricité. Le transport de l'électricité jusqu'au sol est assuré par des câbles électriques situés à l'intérieur du mât.

Le *rotor* est composé du nez et de l'hélice. L'hélice possède en général trois pales (bruit plus faible, fatigue moins rapide), plus rarement deux (moins lourde).



Les paramètres importants des pales sont :

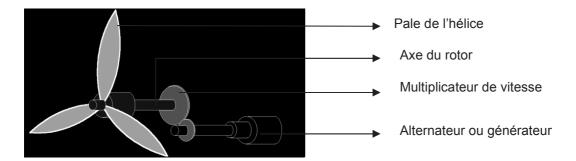
- la longueur des pales qui atteint actuellement entre 30 et 55 mètres pour les roues à marche rapide et est limitée à 8m pour les roues à marche lente (grande inertie);
- la largeur des pales quant à elle modifie le couple au démarrage : le couple sera d'autant meilleur de la pale sera large, cependant des pales larges tournent moins vite, il faut donc trouver le meilleur compromis ;
- le profil des pales : les machines de grandes puissances (>100kW) ont des hélices vrillées (en formes d'hélices) alors que les machines de faibles ou moyennes puissances ne le sont pas ;
- les matériaux de construction : les pales sont aujourd'hui faites de matériaux composites à la fois légers et assurant une rigidité et une résistance suffisantes (par exemple le polyester renforcé de fibre de verre et/ou la fibre de carbone).

Les pales peuvent être orientées en fonction de la direction du vent au moyen de moteurs.

Le multiplicateur de vitesse situé dans la nacelle est primordial car les pales ne tournent pas assez vite pour entraîner directement un alternateur classique. Il faut donc intercaler entre le rotor et le générateur électrique un multiplicateur de vitesse.

Comment fonctionne une éolienne?

Les pales tournent sous l'effet du vent et entraînent le rotor qui tourne à petite vitesse (une vingtaine de tours par minute). Cette vitesse de rotation est ensuite augmentée par un multiplicateur de vitesse (sorte de boîte de vitesse formées par des engrenages) jusqu'à environ 1 500 tours/minute. A cette vitesse, l'alternateur produit l'électricité.



Des convertisseurs électroniques de puissance ajustent la fréquence du courant produit par l'éolienne à celle du réseau électrique auquel elle est raccordée (50Hz en Europe). La tension électrique produite par l'alternateur, de l'ordre de 600 à 1 000V est ensuite élevée par un transformateur situé dans la nacelle ou dans le mât pour atteindre 20 000 ou 30 000V. L'électricité ainsi produite sera véhiculée jusqu'aux différents points de distribution du réseau public où elle sera alors abaissée.

Quelques questions:

Pourquoi les éoliennes sont-elles si hautes ?

A quelques dizaines de mètres de hauteur, le vent souffle plus fort et n'est pas perturbé par l'effet des obstacles : relief, arbres, maisons...

Pourquoi les pales des éoliennes sont-elles si grandes ?

La puissance fournie par une éolienne est proportionnelle à la surface balayée par ses pales (un disque), donc au carré de son rayon, et donc au carré de la taille de ses pales (doubler la longueur, multiplie la puissance par un facteur quatre). Ces pales sont construites à partir de technologies dérivées de l'aéronautique.

Pour quels types de vents l'éolienne tourne-t-elle le mieux ?

Il existe ce que l'on appelle une vitesse d'amorçage. Cette vitesse d'amorçage est la vitesse minimale du vent en dessous de laquelle les pales ne tournent pas. Elle est de l'ordre de 10 à $15~\rm km/h$.

La vitesse nominale qui correspondant à la vitesse du vent pour laquelle la performance est la meilleure est de l'ordre de 45 à 50 km/h.

La puissance de l'éolienne étant proportionnelle au cube de la vitesse du vent (si la vitesse du vent est doublée, la puissance de l'éolienne est multipliée par un facteur huit), on pourrait croire qu'il est intéressant de laisser tourner le rotor lorsque le vent est fort. Les ingénieurs qui conçoivent les éoliennes préfèrent les arrêter lorsque les vents atteignent une vitesse supérieure à 90 km/h. En effet dans de telles conditions, le rendement est paradoxalement faible et surtout les risques de provoquer une usure prématurée des équipements sont très élevés. Les machines sont donc stoppées et attendent le retour de vents plus modérés et plus

réguliers. L'éolienne est contrôlée et supervisée en permanence et peut être arrêtée automatiquement et très rapidement en cas de nécessité.

Puissance et rendement d'une éolienne :

La puissance théorique d'une éolienne est proportionnelle à la surface balayée par des pales, donc au carré de la taille des pales et au cube de la vitesse du vent ce qui donne : $P = \alpha r^2 v^3$ (dans laquelle r représente le rayon des pales, v la vitesse de l'air qui passe dans l'hélice et α est un coefficient qui tient compte à la fois de la masse de l'air qui traverse les pales par seconde et aussi du mouvement de l'air après le passage dans l'hélice). Cette formule s'appelle la formule de Betz.

La puissance utile d'une éolienne est inférieure à P en effet chaque transformation d'énergie (le vent, énergie cinétique de l'hélice, générateur électrique, transformateur, redresseur et stockage) corresponde à un rendement propre, ce qui fait que l'on peut considérer que le rendement optimal atteint finalement est de 60 à 65 %.

La puissance utile d'une éolienne classique est de l'ordre 1,5 MW, mais les éoliennes de la nouvelle génération atteignent 2 à 3 MW et des modèles de 5 MW sont d'ores et déjà testés par les constructeurs !

Pour obtenir une puissance satisfaisante et réellement utilisable, les ingénieurs regroupent un grand nombre d'éoliennes sur le même site : on parle alors de champs ou de parcs d'éoliennes, ou encore de fermes éoliennes.

Et quand le vent ne souffle pas ?

Le vent ne soufflant pas de manière continue, l'idée est de stocker l'énergie pendant les périodes de vent pour que cette énergie puisse être restituée pendant les périodes sans vent. Il existe trois manières de stoker cette énergie :

- pour les petits stockages (de quelques kW) par batteries d'accumulateurs au plomb qui, bien que très lourdes et encombrantes, semblent les mieux adaptées.
- pour les stockages plus importants le pompage d'eau entre deux réservoirs est mieux approprié si le terrain le permet.
- le stockage thermique commence à se développer aussi pour le chauffage de fluides qui resitueront la chaleur emmagasinée lors des périodes d'accalmie.

Les éoliennes ont-elles le vent en poupe ?

Bien que les éoliennes restent imposantes (pour certains elles peuvent gâcher le paysage), relativement bruyantes et encore coûteuses à la construction, elles constituent évidemment un moyen de production d'électricité "écologique" puisque non polluant (aucune production de gaz polluant), sûr, renouvelable et qui deviendra économiquement compétitif dans les années à venir.

Dossiers supplémentaires

Un peu d'histoire

Un peu d'histoire

Alessandro Volta



Pile de Volta



André-Marie Ampère



James Watt



James Prescott Joule



Physicien italien, le comte **Alessandro Volta** (18 février 1745 - 5 mars 1827) est connu pour ses travaux sur l'électricité et pour l'invention de la pile électrique. L'unité de tension électrique sera baptisée le **Volt** (**V**) en son honneur.

En son honneur aussi, l'appareil qui mesure les différences de tension électrique porte aussi son nom : le **voltmètre**.

Le mot « pile » vient de l'empilement de différents matériaux mis en contact les uns avec les autres. Volta a construit la première pile en empilant des couples de disques zinc-cuivre en contact direct, chaque couple étant séparé du suivant par un morceau de tissu imbibé d'eau salée (H20+NaCl).

André-Marie Ampère est un mathématicien et physicien français, (20 janvier 1775 - 10 juin 1836).

Son nom a été donné à l'unité internationale d'intensité de courant électrique : l'**Ampère** (**A**).

L'appareil qui mesure le courant électrique porte aussi son nom : l'**ampèremètre**.

Mathématicien et ingénieur écossais, James Watt (19 janvier 1736 - 19 août 1819) améliore considérablement le fonctionnement de la machine à vapeur en réduisant les pertes d'énergie. Ses machines s'imposent partout dans le monde.

En son honneur l'unité de mesure de la puissance sera appelée le Watt (W).

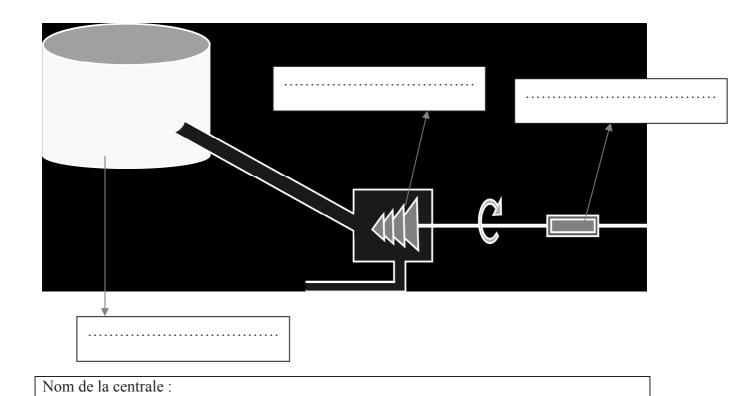
Physicien anglais James Prescott Joule (décembre 1818 - octobre 1889) étudie la nature de la chaleur, découvre sa relation avec le travail mécanique; et la conservation de l'énergie. Il énonce la relation qui lie le courant électrique traversant une résistance et la chaleur dissipée par celle-ci, appelée actuellement la loi de Joule. Il travaille avec Lord Kelvin pour développer l'échelle absolue de température

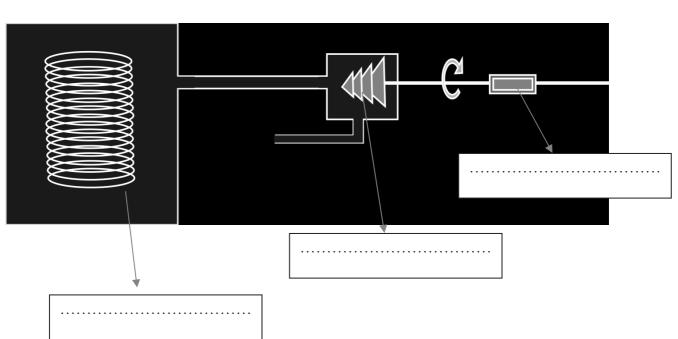
L'unité du système international du travail porte son nom : le **Joule** (J).

Annexe

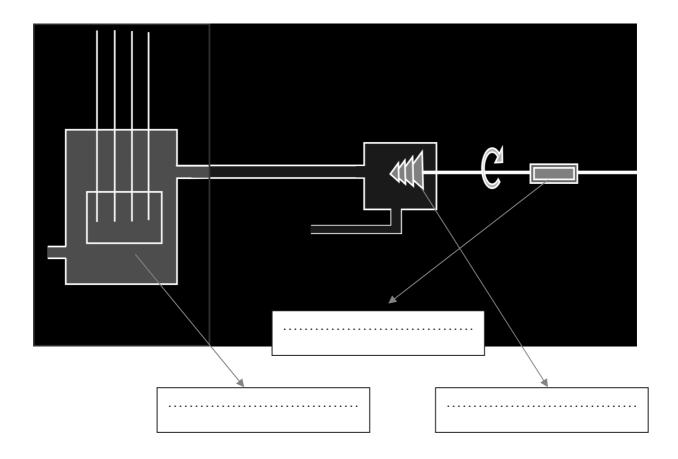
Cette annexe fait suite à l'annexe consacrée aux centrales électriques. En photocopiant ces deux feuilles et en les proposant aux élèves il est possible à ces derniers de reconnaître une centrale suivant ses éléments importants et de prendre conscience que, quel que soit le type de centrale, les éléments essentiels sont les mêmes. Il est bien évident que cette activité est facultative!

Nom de la centrale :

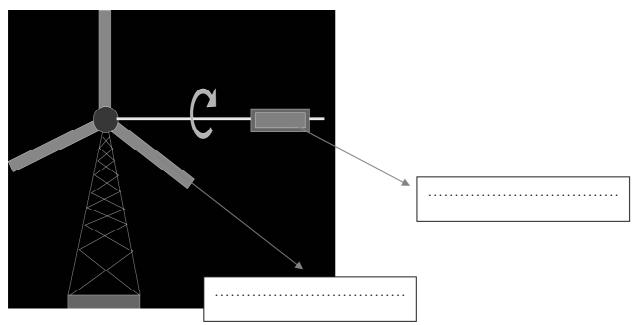




Nom de la centrale :



Nom de la centrale :



Où est l'élément manquant dans ce dessin ?