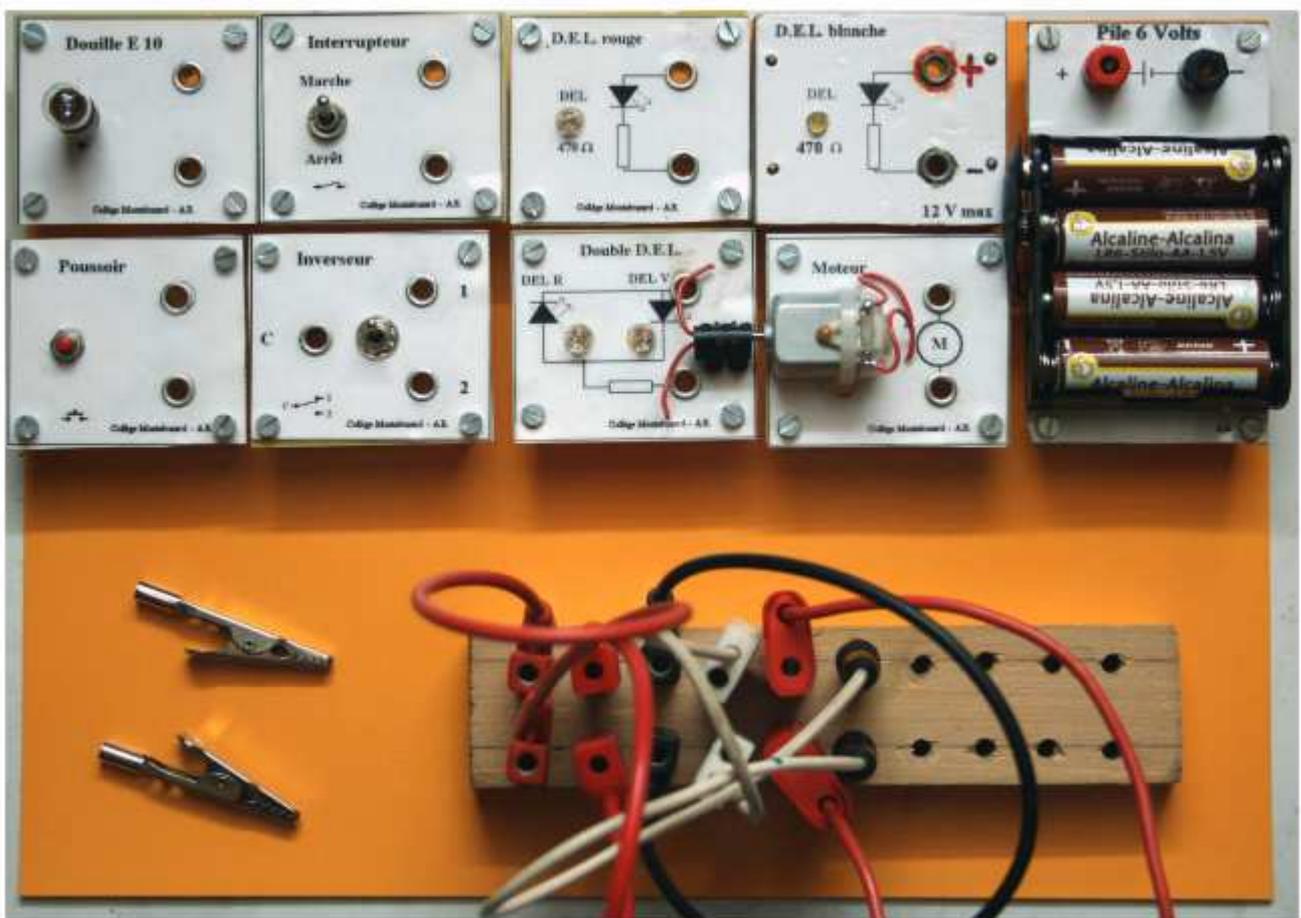


# Montages Électriques à l'école



**Attention : Ce document est déposé.**

**Son usage est libre dans tous les établissements d'enseignement.**



Si vous souhaitez le dupliquer sur un site internet ou l'incorporer à une publication (sur papier ou numérique), vous devez obtenir préalablement l'accord de l'auteur ou des auteurs.

# Sommaire

Objectifs	Page 4
Circuits simples	Page 5
Sens du courant	Page 7
D.E.L.	Page 8
Conducteurs et isolants	Page 10
Fabrication d'un testeur de conductivité	Page 11
Va et vient	Page 13
Suites possibles (jeu « Questions-Réponses, etc.)	Page 14
Fabrication des boites « Electricité	Page 16
Annexes	Page 22

# Objectifs

Depuis un peu plus d'un siècle, l'électricité a pris une place très importante dans nos vies. Imaginez, et faites imaginer aux enfants ce qui changerai si tous les appareils électriques étaient supprimés de notre environnement !

Au passage, on peut leur faire remarquer que bien des gens, dans les pays dits « en voie de développement » n'ont pas encore accès à l'énergie électrique.

Les pages suivantes décrivent quelques possibilités de « Boîtes d'électricité » à l'école élémentaire lors d'une animation par l'enseignant ou mieux avec l'aide de parents ou de membres d'une association complémentaire de l'Ecole Publique.

Nota : les montages sont volontairement sommaires pour être réalisables dans la durée de l'atelier.

Rien n'empêche de les reprendre dans un deuxième temps pour les améliorer ou pour en faire d'autres.

Ce type d'animation d'un atelier avec l'aide de parents ou de membres d'une association complémentaire de l'Ecole Publique peut être pour l'enseignant un moyen de « lancer » un thème de travail ou peut s'inscrire dans un thème déjà abordé. C'est à l'enseignant de décider du cadre, de trouver des volontaires pour l'aider à animer cet atelier.

La deuxième partie de la plaquette décrit la fabrication des composants de ces boîtes. Cela peut permettre à l'enseignant de fabriquer ou de faire fabriquer du matériel qui restera à l'école.

Il n'est pas interdit de penser que quelques papas bricoleurs pourraient se lancer dans cette fabrication, ou que le professeur de Technologie du collège du secteur inscrive cela dans son programme de l'année suivante pour réaliser une série de boîtes avec ses élèves. Cela peut se faire dans le cadre des programmes officiels, et les élèves de collège seraient valorisés par cette opération en direction de leurs petits frères et sœurs.

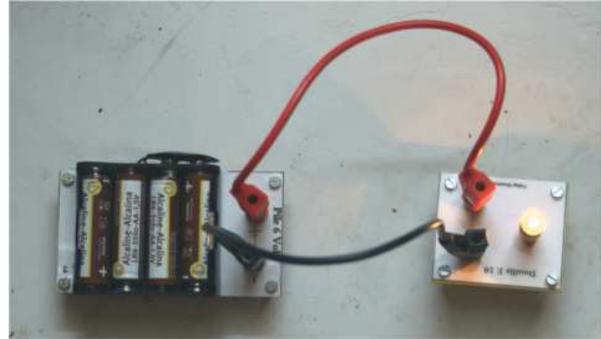


## Utilisation de la boîte

### 1—Premier circuit : le cas le plus simple

Matériel : pile, douille E 10 avec lampe, 2 fils.

Reliez la pile et la lampe avec les deux fils :  
Le courant électrique passe, la lampe s'allume.



### 2—Deuxième circuit : passe ou passe pas ?

Matériel : pile, douille E 10 avec lampe, 3 fils.

Reliez la pile et la lampe par un fil. Branchez une extrémité du deuxième fil à la pile, une extrémité du troisième fil à la lampe.

Faites toucher les extrémités libres des deux fils, la lampe s'allume ; écartez-les, elle s'éteint.

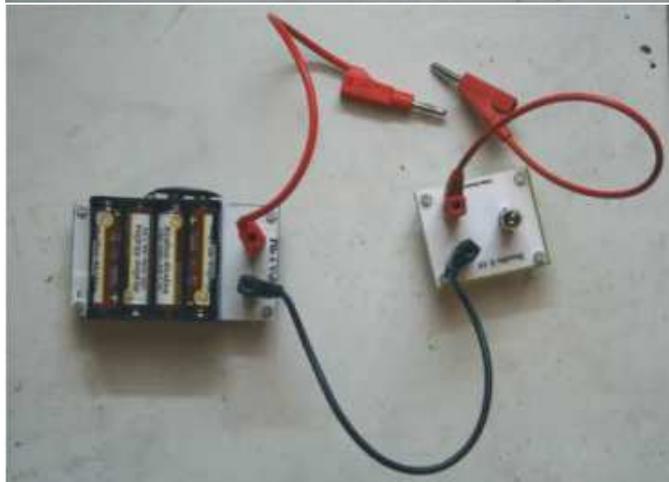
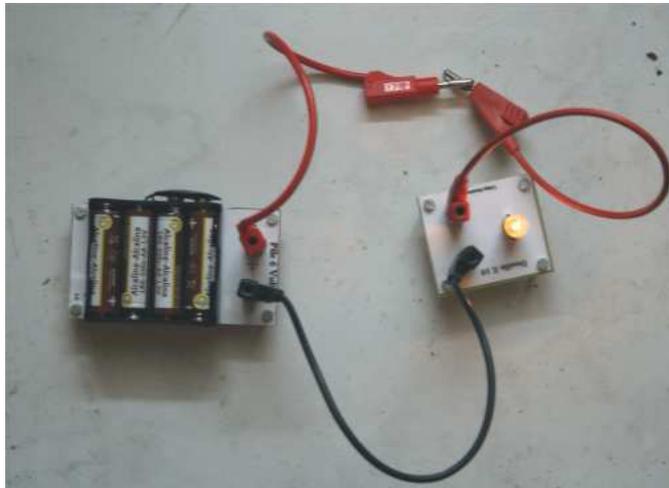
Conclusion : pour que la lampe fonctionne, il faut que le circuit soit **fermé**.

S'il est **ouvert**, le courant électrique ne peut pas circuler et la lampe reste éteinte.

Demandez à un élève de tenir les deux extrémités libres des fils dans chaque main et donnez-lui des ordres :

« Allume ! »

« Eteint ! »



Vous venez d'inventer un système d'éclairage commandé par la voix !

Les enfants comprennent vite que cela n'est pas très pratique ! Demandez-leur comment ils font, normalement, pour allumer une lampe.

Le mot « interrupteur » arrivera immédiatement. Il ne reste plus qu'à en prendre un dans la boîte.

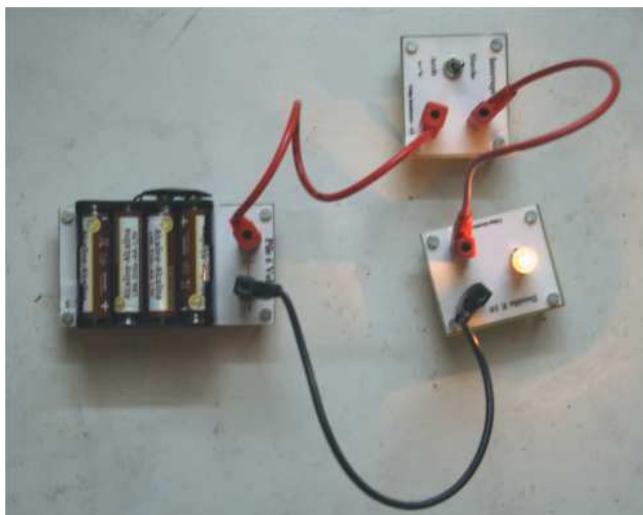
### 3—Troisième circuit : avec interrupteur

Matériel : pile, douille E 10 avec lampe, interrupteur, 3 fils.

Branchez des deux extrémités libres des fils sur l'interrupteur.

Actionnez l'interrupteur.

Conclusion à faire trouver aux enfants :  
Suivant sa position (fermé ouvert ou ouvert), le courant passe ou ne passe pas, la lampe est allumée ou éteinte.



### 3 bis—Variante

Matériel : pile, douille E 10 avec lampe, poussoir, 3 fils.

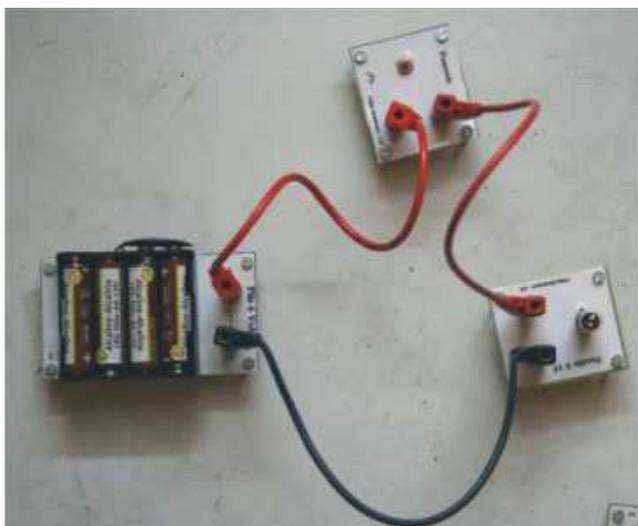
Remplacez l'interrupteur par le poussoir.

Actionnez-le.

Conclusions :

La lampe ne s'allume que si l'on appuie sur le poussoir.

Le poussoir n'a pas de mémoire, l'interrupteur en a !



Faire chercher des exemples d'utilisation des deux montages :

Est-il raisonnable d'utiliser un poussoir pour commander une lampe d'éclairage ?

Est-il raisonnable d'utiliser un interrupteur pour commander une sonnette ?

Une lampe commandée par un poussoir peut-elle servir ?

Avec des élèves de CM, on pourra peut-être leur parler de transmission de messages :

Le code Morse (du nom de son inventeur Samuel Morse), composé de « points » (allumage court)

et de « traits » (allumage long) permet de transmettre des messages à l'aide d'une lampe :

### Alphabet Morse

A .- B ... C -. D .. E . F ... G - - H .... I .. J .- - - K -. L .-. M - - N . O - - - P .-. Q - - -  
R .- S ... T - U .. V ... W .- - X -. Y - - - Z - - -. Point .-.-. Virgule - - - - Terminé .-.  
(Message complet)

La lumière électrique est le moyen le plus courant d'émettre un signal de détresse.

Faire clignoter sa torche selon le signal de SOS (/.../---/.../) est reconnu internationalement.

#### 4 - Le courant électrique a-t-il un sens ?

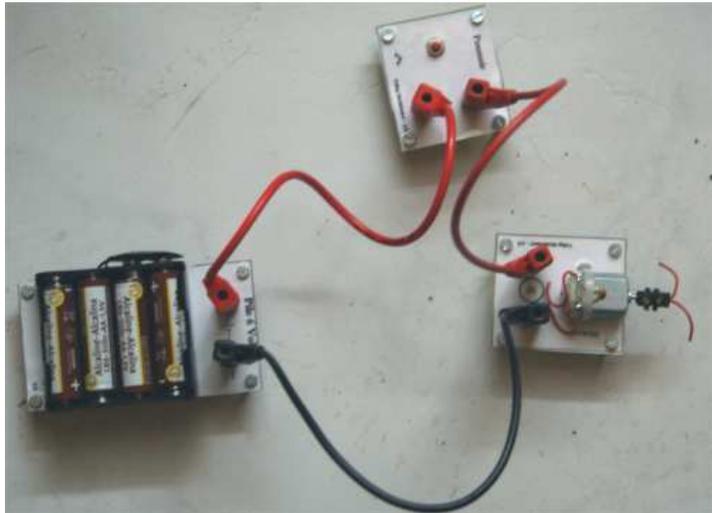
Matériel : pile, moteur, poussoir, 3 fils.

A partir du montage précédent, remplacez la lampe par le moteur.

Appuyez brièvement sur le poussoir et notez le sens de rotation du moteur.

Inversez le branchement des fils au niveau du moteur, puis appuyez brièvement sur le poussoir et notez le sens de rotation du moteur.

Conclusion ?



Le moteur tourne dans un sens ou dans l'autre suivant le branchement des fils. Le courant électrique a un sens et le fonctionnement du moteur dépend de ce sens.

Remplacer le moteur par la lampe et refaites les deux expériences : la lampe brille normalement dans les deux cas, elle n'est pas sensible au sens du courant.

#### 5 - La D.E.L. et le sens du courant

D.E.L. Abréviation pour Diode Electro-Luminescente

Matériel : pile, double D.E.L., interrupteur, 3 fils.

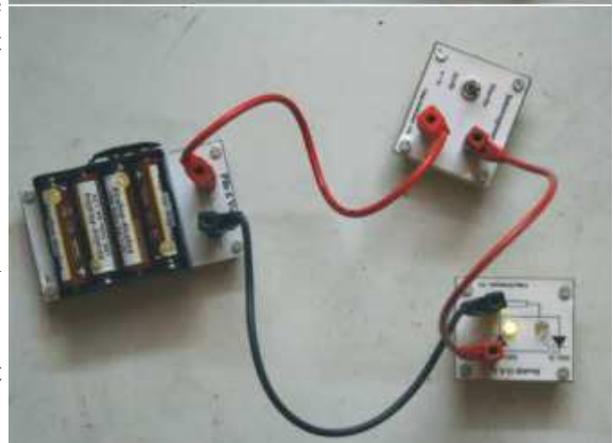
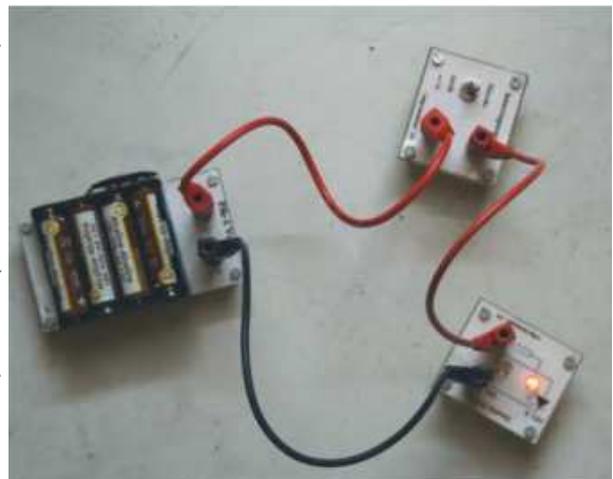
Reliez la pile à l'interrupteur, l'interrupteur à la double D.E.L., la double D.E.L. à la pile.

Actionnez l'interrupteur et notez la couleur de la D.E.L. qui s'allume.

Inversez le branchement des fils au niveau de la double D.E.L. , actionnez l'interrupteur et notez la couleur de la D.E.L. qui s'allume.

Si l'on regarde les symboles sur la plaque de la double D.E.L., on voit que deux symboles sont « tête-bêche ». Cela indique que les deux D.E.L. sont branchées l'une dans un sens, l'autre dans l'autre sens.

Une D.E.L. ne laisse passer le courant, et donc s'allume, que pour un sens du courant.



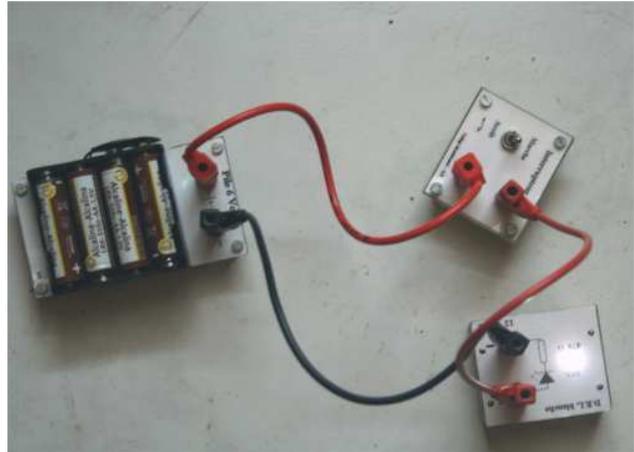
## 6- La D.E.L. blanche

Matériel : pile, D.E.L. blanche, interrupteur, 3 fils.

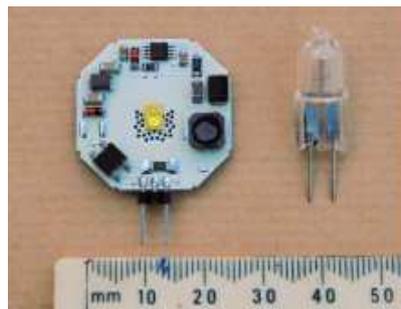
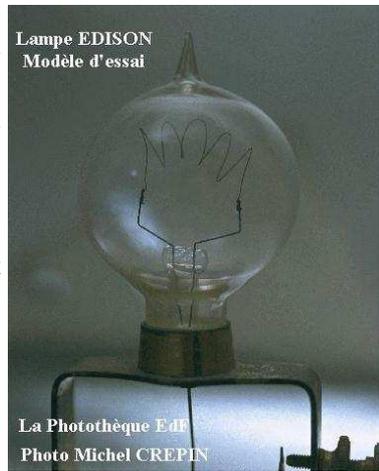
Reliez le plus de la pile à l'interrupteur, l'interrupteur au plus de la D.E.L. blanche, le moins de la D.E.L. blanche au moins de la pile.

Actionnez l'interrupteur.

Inversez le branchement des fils sur la D.E.L. blanche. Peut-elle fonctionner ?



Commentaires : la lampe à incandescence, inventée par Thomas Edison, puis perfectionnée jusqu'à nos lampes actuelles vit ses derniers instants. En effet, si elle a rendu de grands services, elle a aussi de gros défauts : elle chauffe énormément et consomme beaucoup d'énergie. A court terme, elle sera totalement remplacée par des lampes « éco » et par des D.E.L. Les lampes « éco » sont aujourd'hui courantes, les D.E.L. de puissance commencent à apparaître sur le marché et sont déjà banales dans les lampes de poche ou les éclairages de vélo.



Lampes « éco » comme D.E.L. consomment environ cinq fois moins d'énergie qu'une lampe à incandescence pour la même puissance d'éclairage, ne chauffent presque pas et durent beaucoup plus longtemps. On a donc tout intérêt à éliminer le plus vite possible les lampes à incandescence.

# Economiser l'énergie, ça peut être tout simple !

Remplacer une lampe à  
incandescence  
« halogène » par une  
lampe à LED



Prix unitaire : 2,25 € Durée de vie : 2000 h



Prix unitaire : 2,90 €  
Durée de vie : 15 000 h

Pour une lampe utilisée 3 heures par jour	
Lampe à incandescence « halogène » 53 W (850 Lumens)	Lampe à LED 10 W (806 Lumens)
Consommation par jour	0,159 kWh
Consommation par an	58 kWh
Prix de revient annuel (énergie)*	9,28 €
	11 kWh
	1,76 €

## Economie

47 kWh	C'est bon pour la planète !
7,52 €	C'est bon pour notre porte-monnaie !

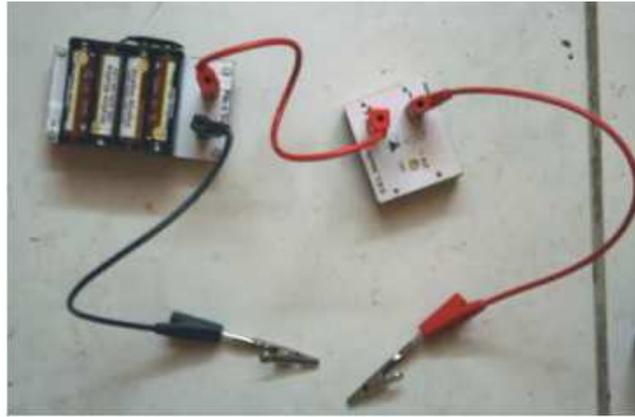
\* base de calcul : 0,16 €/kWh - Relevés de prix mai 2016

Et on peut remplacer  
bien plus qu'une lampe  
par habitation !

## 7- Conducteur ou isolant ?

Matériel : pile, D.E.L. blanche, interrupteur, 3 fils, 2 pinces crocodile.

Reliez le plus de la pile au plus de la D.E.L. blanche, branchez un fil au moins de la D.E.L. blanche, un autre au moins de la pile. Branchez les deux pinces crocodiles sur les extrémités libres des fils.

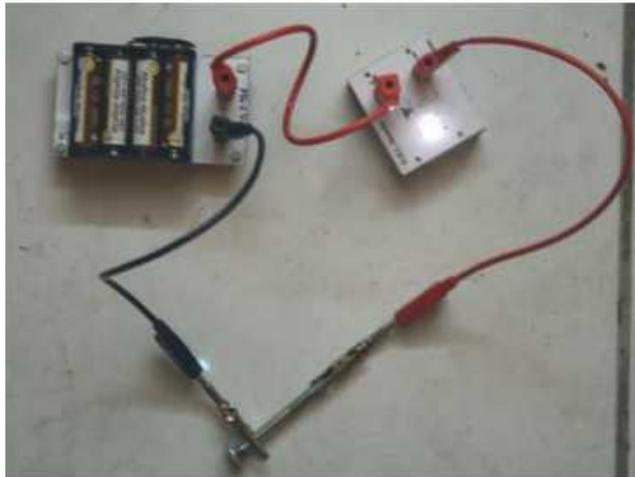


Faites toucher les deux pinces crocodile : la D.E.L. s'allume.

Fixez les deux pinces crocodile, sans qu'elles se touchent, sur un objet en métal, puis sur un autre en bois ou en plastique.

Qu'observez-vous ?

Conclusion : les métaux laissent passer le courant électrique (on dit qu'ils sont «conducteurs » alors que le bois sec ou le plastique ne laissent pas passer le courant (on dit qu'ils sont « isolants »)



Vous pouvez tester d'autres matériaux et les trier entre isolants et conducteurs.

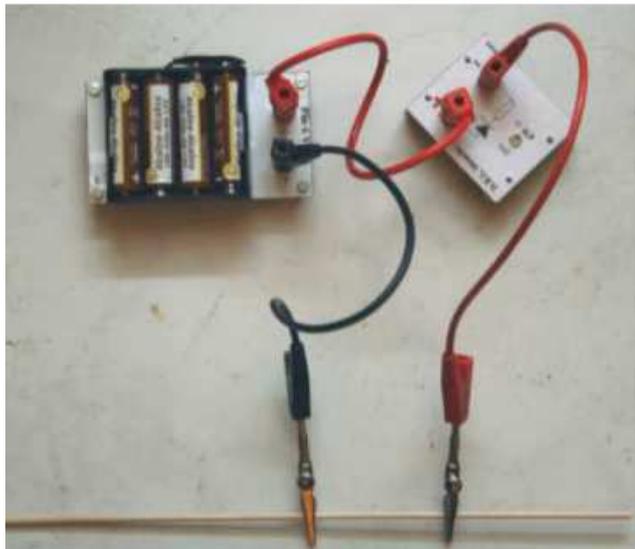
Et nous ?

Tenez une pince crocodile dans chaque main et regardez attentivement la D.E.L.

Elle s'allume faiblement.

Conclusion : nous sommes (faiblement) conducteurs.

C'est pourquoi il ne faut jamais toucher des fils électriques dans un circuit en fonctionnement.



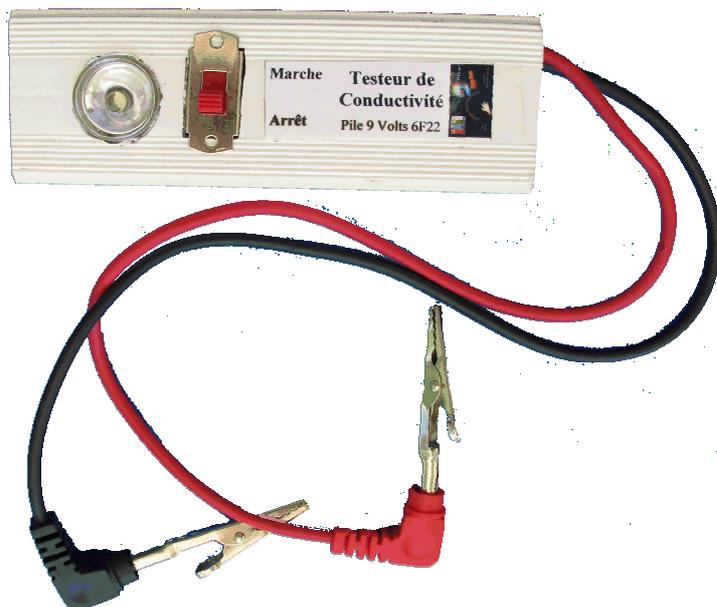
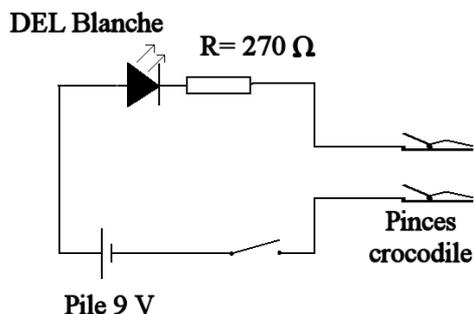
Mouillez légèrement vos doigts et recommencez : la D.E.L. s'allume mieux.

Conclusion : la peau mouillée conduit bien le courant électrique. C'est pourquoi il ne faut jamais toucher un appareil électrique lorsque l'on a les mains (ou les pieds) mouillés !

On peut aussi construire un testeur de conductivité spécifique pour l'atelier  
« Conducteurs et isolants »

Il suffit de faire le montage dans une petite boîte en matériau isolant ou comme ci-contre dans un morceau de goulotte électrique.

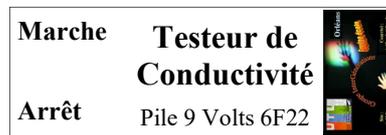
Le schéma théorique est le suivant :



On fixera sur la boîte l'interrupteur, la DEL et on réalisera le câblage directement. Pour terminer, on solidifiera l'ensemble à l'aide de colle fusible et on collera sur la face avant de l'appareil une étiquette informative.

Matériel pour la réalisation du testeur:

- 1 boîte en plastique
- 1 DEL blanche
- 1 Résistance 270 Ohms
- 1 interrupteur
- 2 pinces crocodile
- 2 morceaux de 50 cm de fil électrique souple isolé
- 1 pile 9 Volts 6F22
- 1 contact à pression pour pile 9 V



Matériel complémentaire pour l'atelier :

Récupérez des échantillons de différents matériaux et munissez-les d'étiquettes indiquant leur noms.

Les enfants choisissent un matériau, le testent et indiquent le résultat dans un tableau. On leur proposera aussi de tester l'eau puis leur propre corps, individuellement ou en faisant une chaîne avec tous les membres du groupe.

Fer	Eau	Or
Acier inox courant	Zinc	Nickel
Acier inox 18/10	Bois	Corps humain
Plastique	Graphite	Aluminium
Verre	Étain	Eau salée
Plomb	Cuivre	Acier
Argent	Papier	Bois
Laiton	Carton	Graphite (mine)
Caoutchouc	Céramique	Plastique

Vous trouverez page suivante un exemple de tableau pour indiquer à l'aide de couleurs la conductivité des matériaux étudiés. Ce tableau pourrait ensuite servir de base de données pour réaliser un deuxième tableau ordonné (conducteurs dans une colonne, isolants dans l'autre).

<h1>Conducteur</h1> <p>Le courant passe</p> 	<h1>Isolant</h1> <p>Le courant ne passe pas</p> 
---	---

Acier		Papier	
Cuivre		Zinc	
Aluminium		Acier inox	
Bois		Graphite	
Carton		Plastique	
Plastique		Nickel	
Or		Étain	
Laiton		Corps humain	
Céramique		Caoutchouc	
Acier inox 18/10		Argent	
Verre		Plomb	
Eau salée		Eau	



Atelier « Conducteurs et isolants »

Colorier les feux :

- Feu vert pour les conducteurs (le courant passe)

- Feu rouge pour les isolants (le courant ne passe pas)



## 8– L'inverseur (pour les fanas d'électricité)

Matériel : pile, D.E.L. blanche, inverseur, lampe 5 fils.

Branchez un fil entre le « + » de la pile et le point C de l'inverseur.

Branchez un fil entre le point 1 de l'inverseur et le « + » de la D.E.L.

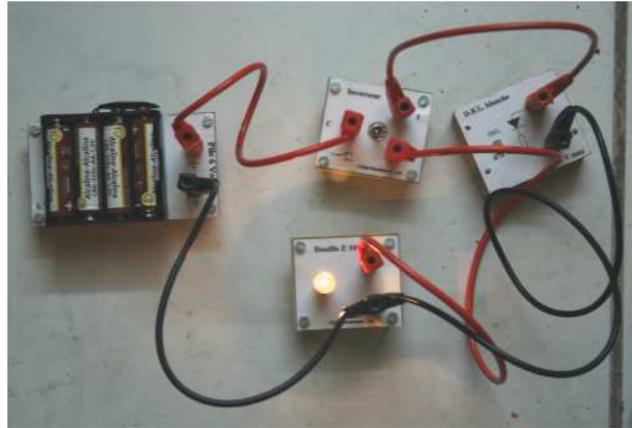
Branchez un fil entre le point 2 de l'inverseur et un point de la lampe

Branchez le « - » de la D.E.L au deuxième point de la lampe, puis le deuxième point de la lampe au « - » de la pile.

Attention : il faut que les deux fils soient branchés l'un sur l'autre au deuxième point de la lampe.

Actionnez l'inverseur.

Observation ?



Conclusion : l'inverseur agit, pour le courant électrique, comme un aiguillage pour les trains.

A vous d'inventer d'autres montages, mais faites bien attention de ne jamais brancher directement le « + » de la pile avec le « - ».

Cela provoquerait un « Court-circuit » qui peut mettre le feu, ou au minimum vider très rapidement la pile.



Matériel : papier, carton, attaches parisiennes, fil électrique fin ; exemple chez Conrad :

Composition : conducteur en tresse de cuivre à fils de faible diamètre conforme à la norme VDE/  
K1.6. Isolation : PVC spécial. Remarque : non conçu pour des installations à courant de  
forte intensité. Livré en bobine de 100 mètres.

Code	Type	Couleur	Prix
602627-62	0,25 mm <sup>2</sup>	Noir	21.90 €



Nota : pour que les enfants puissent dénuder sans risque les extrémités des fils, il faudra leur procurer des pinces à dénuder.

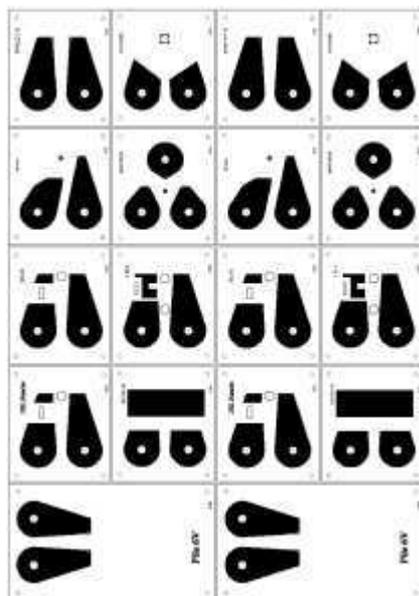
# **Fabrication de boîtes d'électricité**

**Pour que les élèves puissent manipuler dans de bonnes conditions, il faut compter une boîte pour 3 ou 4 enfants.**

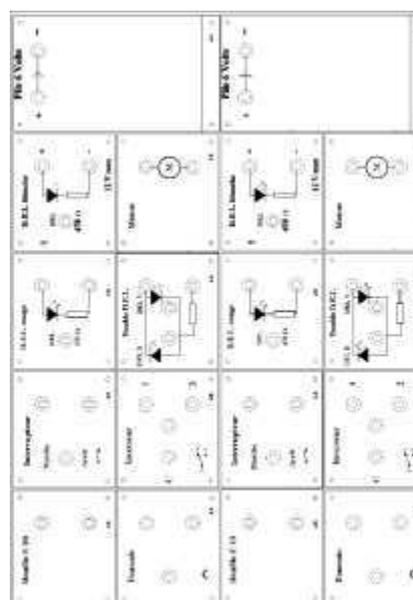
**Idée : réaliser (ou faire réaliser par un papa bricoleur ou par un collègue de Technologie) le petit matériel de TP d'électricité pour l'école.**



Photocopiez au format A4 les deux planches en annexe.



Circuits



Faces avant

Faites graver les circuits imprimé par un façonnier en lui envoyant une copie de la planche « Circuits ».

Exemple : Electrome : ELECTROME S.A.

Z.I. Bordeaux Nord. 20 Rue Pierre Baour. Cidex 23.

33083 Bordeaux Cedex. FRANCE.

Tél : 05.56.39.69.18.

Fax : 05.56.50.67.39.

<http://www.electrome.fr/>

Attention : c'est relativement onéreux (environ 20 € la plaque 20 x 30 cm qui permet de réaliser 2 boîtes)

Si vous pouvez les graver vous-même ou les faire graver dans votre entourage, voici la procédure :

Réalisez les circuits imprimés correspondants à la première planche (circuits) :

Réalisez par photocopie deux transparents au format A4 de la première planche (circuits). Superposez le plus finement

possible les deux transparents et rendez-les solidaires (ruban adhésif).

Insolation : Utilisez cet assemblage comme film pour insoler une plaque pour circuit imprimé (résine époxy + cuivre + résine photosensible).

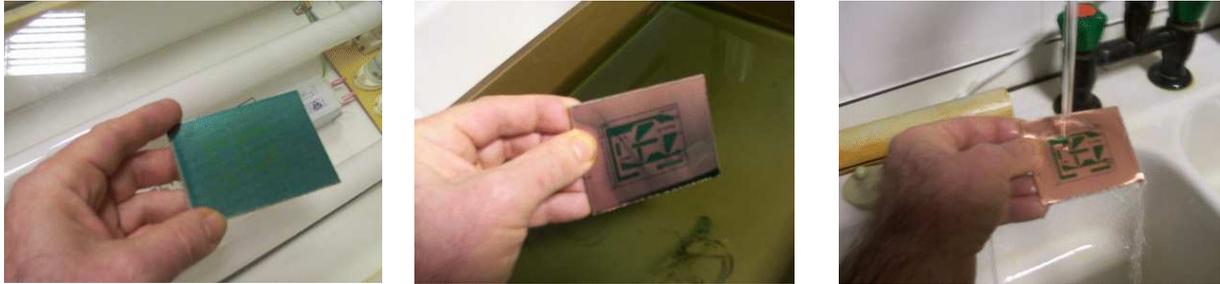
Après avoir insolé la plaque (durée approximative = 3 minutes, à modifier en fonction de la puissance d'éclairage UV de votre boîte à insoler), vous devez la développer.

### Développement :

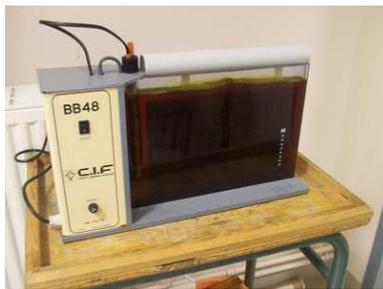
Utilisez le révélateur acheté chez votre revendeur préféré ou fabriquez-le : Soude 0,5 molaire (20 gr par litre).

Rincez la plaque.

### Gravure :



Mettez la plaque à graver dans la machine à graver remplie de perchlorure de fer (voir dans le matériel de technologie). Si vous n'avez pas de machine à graver, vous pouvez effectuer l'opération dans une cuvette (cuvette photo, cuvette "à chat" ou cuvette de dissection empruntée aux collègues de SVT).



Rincez la plaque.

### Étamage (facultatif):

Décapez le vernis de protection à l'aide d'alcool à brûler, puis plongez la plaque dans un bain d'étamage à froid, rincez-la et séchez-la. Cette opération facultative améliore la tenue du circuit dans le temps et facilite les soudures.

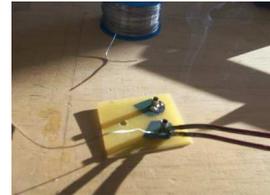


### Que vous ayez gravé les plaques ou que vous les ayez fait graver par un façonnier Découpe / perçage :

Découpez la plaque (cisaille disponible en technologie ou scie à métaux) puis percez les différents trous prévus sur le circuit.

Après perçage, implantez les douilles sur toutes les plaquettes et soudez-les avec un fer à souder puissant (60 à 100 W).

Soudez les composants (résistances) côté cuivre si vous ne voulez pas les placer sur la plaquette.



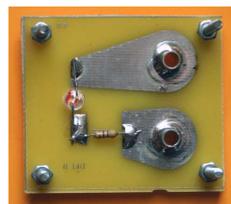
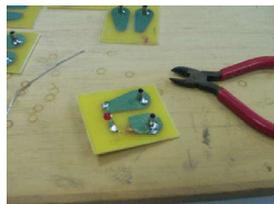
**N'implantez pas à ce stade de la fabrication les composants qui seront visibles sur la face avant.**

Plastifiez la photocopie de la planche « Faces avant », collez au verso de l'adhésif double face (adhésif à moquette), découpez chaque face avant et collez-la sur le circuit imprimé correspondant.

A l'aide d'un cutter, dégagez les entrées des douilles et les passages des DEL. Avec une pointe fine, ouvrez les trous de passage des composants implantés sur la face avant.



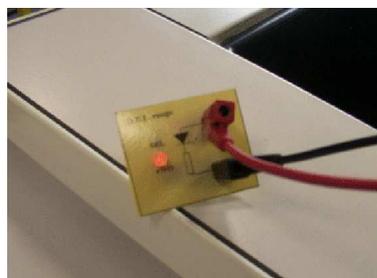
Implantez les composants et soudez-les. Attention pour les DEL : la patte la plus courte est la « cathode » et doit être soudée au -



Collez le support de pile sur la plaquette correspondante à l'aide de mousse adhésive double face, installez les contacts pression et soudez les fils sous la plaquette (rouge au +, noir au—)



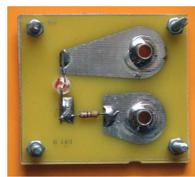
Testez la plaquette.



Sur deux côtés de chaque plaquette, percez deux trous de 1,5 mm de diamètre. Découpez deux morceaux de tasseau de section 8 x 15 mm, collez-les à l'aide d'adhésif double face, puis clouez-les ou percez des trous de 3,2 mm et mettez des vis « métal » 3 x 20 tête plate comme pieds



ou



Pour terminer chaque boîte, vous pouvez réaliser / faire réaliser des planchettes porte fils : un morceau de tasseau de section 15 x 40 mm (ou approchant), d'environ 16 cm de long percé de deux rangées de trous de 4 mm de diamètre.

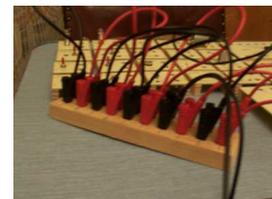
Fils de liaison :

Vous pouvez les acheter tous faits : exemple chez Pierron

PIERRON : <http://www.pierron.fr>

Cordons standards à reprise arrière

-Section 1 mm<sup>2</sup>—I<sub>max</sub> = 20A—V<sub>max</sub> = 60 V et 30 V eff (reprise arrière)



Longueur	Noir	Couleur Rouge	Bleu	Le lot de 10
25 cm	60100.10.261	60101.10.261	60104.10.261	20,80 € TTC

Il en faut au moins 6 par boîte (3 rouges et 3 noirs par exemple)

Chez les autres revendeurs de matériel pédagogique, les prix sont du même ordre.

Vous pouvez aussi les fabriquer en achetant un peu de fil électrique et des fiches banane 4 mm à reprise arrière ou latérale : c'est aussi cher!

Exemple chez Conrad <http://www.conrad.fr>

Code	Désignation	Couleur	Prix
730912-62	Fiche banane 4 mm à reprise latérale	Rouge	1.20€
730920-62	Fiche banane 4 mm à reprise latérale	Noir	1.20€
608785-62	Fil de câblage souple 1,5 mm <sup>2</sup> (10 m)	Rouge	4.95€
608815-62	Fil de câblage souple 1,5 mm <sup>2</sup> (10 m)	Noir	4.95€



## Combien ça coûte ?

### Estimation pour 8 boîtes :

Petits composants chez CONRAD :

1. PANIER | 2. MES COORDONNÉES | 3. LIVRAISON | 4. MODE D'EXPÉDITION | 5. PAIEMENT

Qté	Code	Désignation	Notice	Dispo	Prix	Total
10	183393-62	LED 250 MCD TRAVERT GL 5 GN			0,23 €	2,30 €
20	182249-62	LED 5MM ROUGE GL 5 R			0,23 €	4,60 €
160	064559-62	DOUILLE CI 4MM NON ISOLEE			0,09 €	14,40 €
20	701343-62	INTER MINIATURE 1POL. 3A.			0,81 €	16,20 €
10	728936-62	CULOT MINI E10 COSSE SOUDER			0,95 €	9,50 €
10	701073-62	BOUT. POUSSOIR R13-81A-05 TOUCHE ROUGE			1,20 €	12,00 €
10	067866-62	AMPOULE 6 V / 100 MA / E 10			0,54 €	5,40 €
8	229021-62	MOTEUR X-TRAIN 263/HO			4,95 €	39,60 €
8	624691-62	CONTACT PRESSION SORTIE DROITE			0,30 €	2,40 €
1	076100-62	10 LEDS BLANCHES 5MM 10000 Mcd			7,90 € *	7,90 €
8	077526-62	COUPLEUR 4 PILES R6			1,60 €	12,80 €
1	588497-62	SOUDURE HF32 SN99CU1 1,0MM 250			12,90 €	12,90 €
1	404004-62	100RESIST.CARB.470 OHMS1/4W 5%			1,80 €	1,80 €

148,79 €

Sous-total TTC 141,80 €

Frais de port 6,99 €  
(Livraison économique)

Total : 148,79 €

Cordons :

30 rouges, 30 noir :  $6 \times 20,80 = 124,80$

124,80 €

Circuits imprimés

4 plaques 20 x 30 cm :  $4 \times 16,40 = 65,60$  HT 77,80 TTC + port

90,00 €

Petit matériel :

Vis, bois, adhésif double face, plastification des faces avant

Environ 30,00 €

30,00 €

Total pour 8 boîtes : environ

393,59 €

Soit environ 50,00 € la boîte

Si vous trouvez les bonnes volontés pour réaliser techniquement ces boîtes, il vous faudra aussi convaincre la municipalité de participer en finançant l'achat des composants.

# Annexes

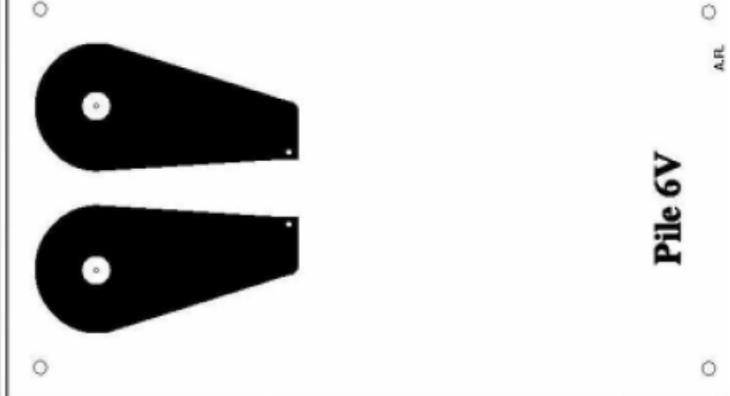
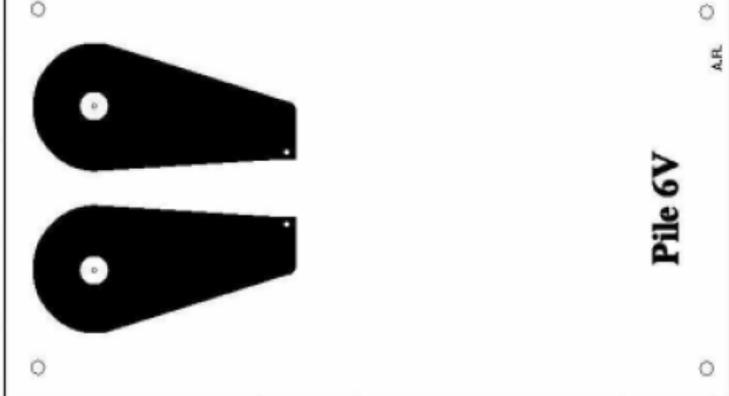
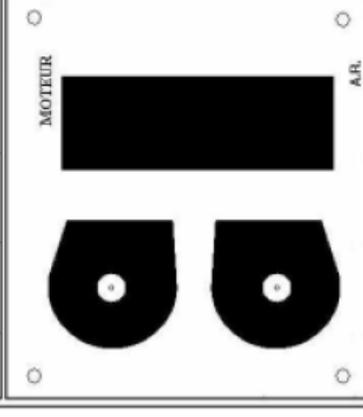
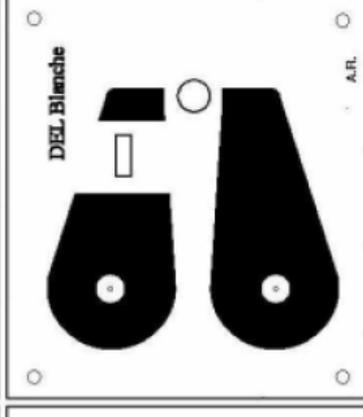
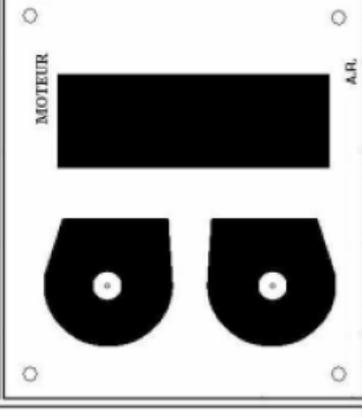
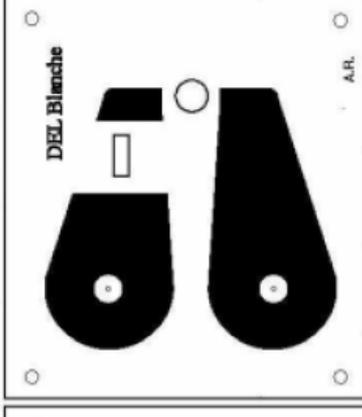
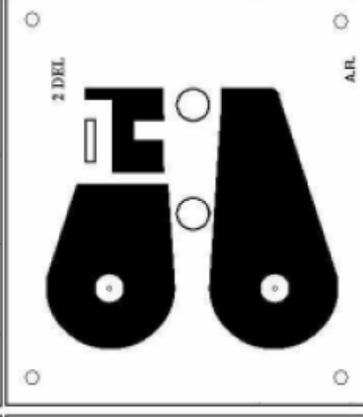
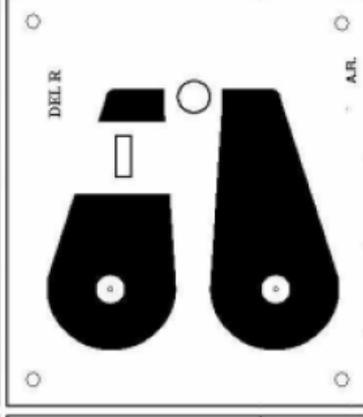
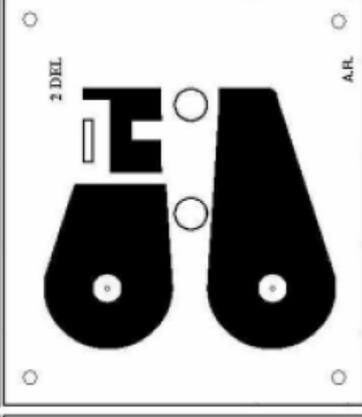
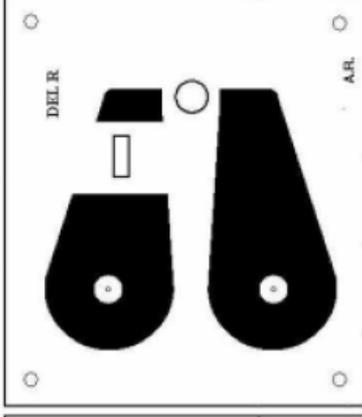
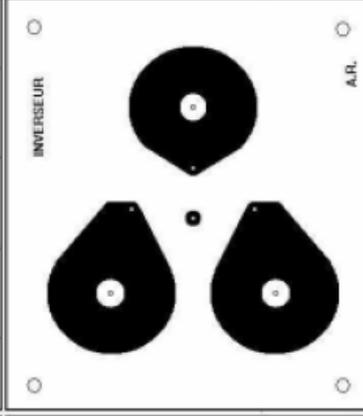
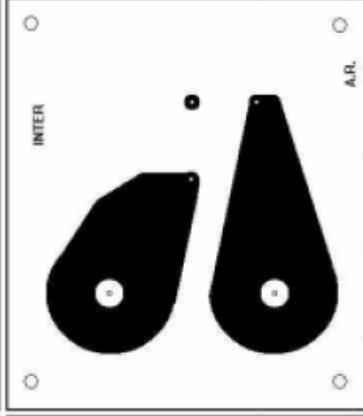
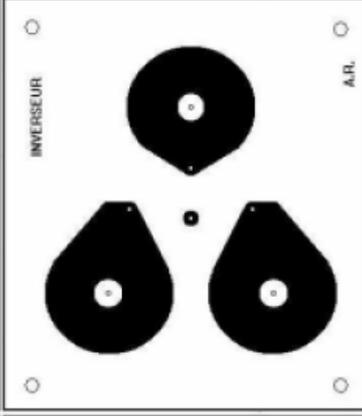
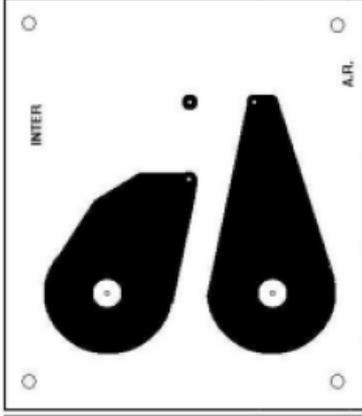
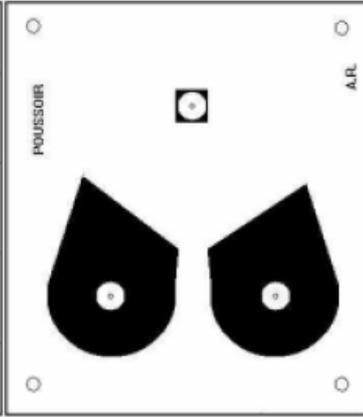
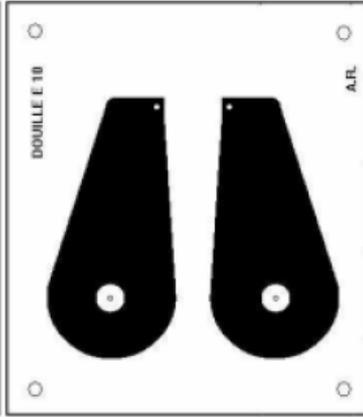
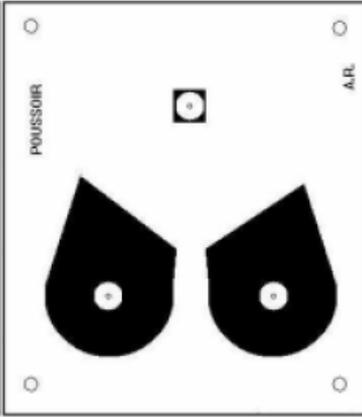
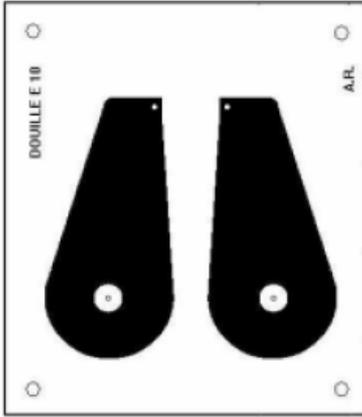
Sur les deux pages suivantes, vous trouverez :

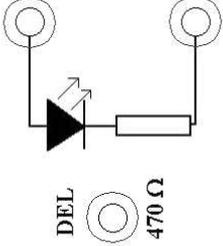
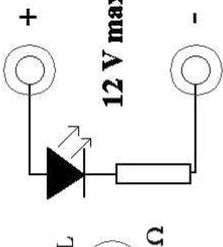
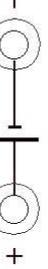
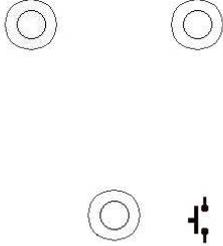
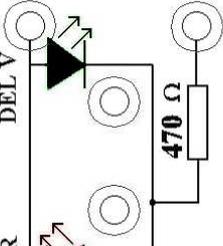
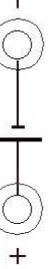
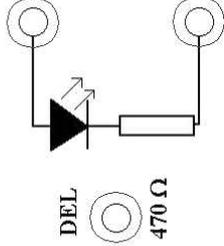
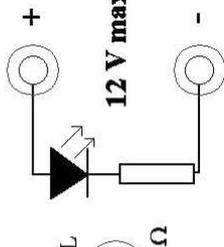
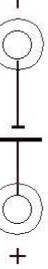
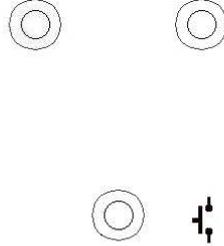
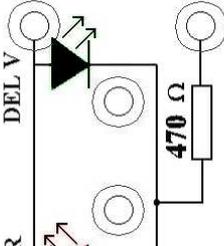
**1—Le plan du circuit imprimé à graver ou faire graver.**

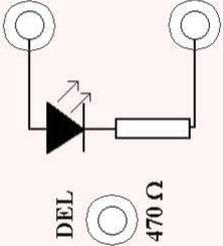
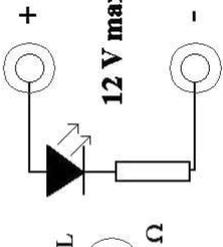
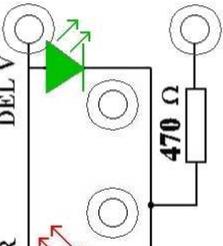
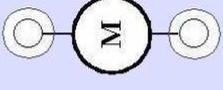
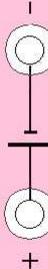
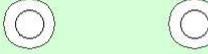
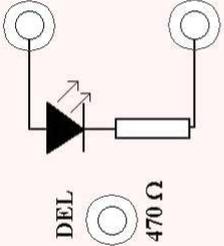
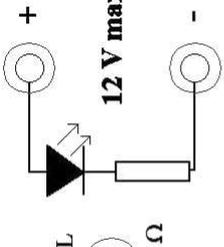
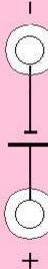
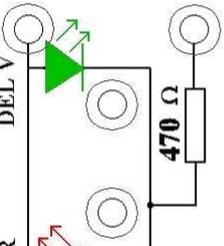
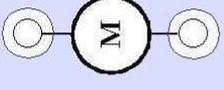
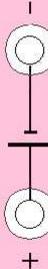
**2—Le plan des faces avant des composants en noir et blanc et en couleur (plus facile à utiliser pour de jeunes élèves ne maîtrisant pas encore la lecture)**

**Chaque planche correspond à la fabrication de deux boîtes.**

**3—Tableaux vierges pour les jeux « Questions/réponses »**



<p><b>Douille E 10</b></p> 	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche </p> <p>Arrêt </p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p>  <p>DEL  470 Ω</p>	<p><b>D.E.L. blanche</b></p>  <p>DEL  470 Ω</p> <p>12 V max</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p> 
<p><b>Poussoir</b></p> 	<p><b>Inverseur</b></p> <p>1 </p> <p>2 </p> <p>C </p> <p></p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p>  <p>DEL R  DEL V  470 Ω</p>	<p><b>Moteur</b></p> 	<p><b>Pile 6 Volts</b></p> 
<p><b>Douille E 10</b></p> 	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche </p> <p>Arrêt </p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p>  <p>DEL  470 Ω</p>	<p><b>D.E.L. blanche</b></p>  <p>DEL  470 Ω</p> <p>12 V max</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p> 
<p><b>Poussoir</b></p> 	<p><b>Inverseur</b></p> <p>1 </p> <p>2 </p> <p>C </p> <p></p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p>  <p>DEL R  DEL V  470 Ω</p>	<p><b>Moteur</b></p> 	<p><b>Pile 6 Volts</b></p> 

<p><b>Douille E 10</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche </p> <p>Arrêt </p> <p>AE</p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p>  <p>DEL 470 Ω</p> <p>AE</p>	<p><b>D.E.L. blanche</b></p>  <p>DEL 470 Ω</p> <p>12 V max</p> <p>AE</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>  <p>AE</p>
<p><b>Poussoir</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Inverseur</b></p> <p>1 </p> <p>2 </p> <p>C </p> <p>AE</p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p>  <p>DEL R 470 Ω</p> <p>DEL V</p> <p>AE</p>	<p><b>Moteur</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>  <p>AE</p>
<p><b>Douille E 10</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche </p> <p>Arrêt </p> <p>AE</p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p>  <p>DEL 470 Ω</p> <p>AE</p>	<p><b>D.E.L. blanche</b></p>  <p>DEL 470 Ω</p> <p>12 V max</p> <p>AE</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>  <p>AE</p>
<p><b>Poussoir</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Inverseur</b></p> <p>1 </p> <p>2 </p> <p>C </p> <p>AE</p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p>  <p>DEL R 470 Ω</p> <p>DEL V</p> <p>AE</p>	<p><b>Moteur</b></p>  <p>AE</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>  <p>AE</p>

## Autre version

Pour les bons bricoleurs, voici une version plus compacte, avec deux éléments supplémentaires.

Tous les circuits imprimés peuvent être gravés sur une plaque d'époxy pré sensibilisée, 1 face, de 200 x 150 mm.

Les deux éléments supplémentaires sur circuit imprimé sont :

- un deuxième inverseur pour pouvoir faire le montage en « va et vient »
- Un buzzer 6 V pour simuler une sonnette.

Pour compléter la boîte, on ajoute

- 6 fils de liaison terminés par des fiches « banane » avec reprise arrière enfilés sur un morceau de tasseau.
- 2 pinces crocodile
- 2 tubes en cuivre, longueur 80 mm munis d'une douille femelle 4 mm (pour montrer la conduction de courant électrique par le corps humain).



# Boîte « Electricité »



Attention : pour pouvoir placer 4 piles de 1,5 V, format R6 ou AA sur le circuit correspondant, on ne peut pas utiliser un boîtier coupleur 4 piles R6 « à plat » qui serait trop large.

La solution est d'opter pour un boîtier coupleur de ce type et de l'incruster dans la plaque de circuit imprimé.



<p><b>Inverseur</b></p> <p>1</p> <p>C</p> <p>2</p>	<p><b>Poussoir</b></p>	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche</p> <p>Arrêt</p>	<p><b>Douille E 10</b></p>
--	------------------------	---	----------------------------

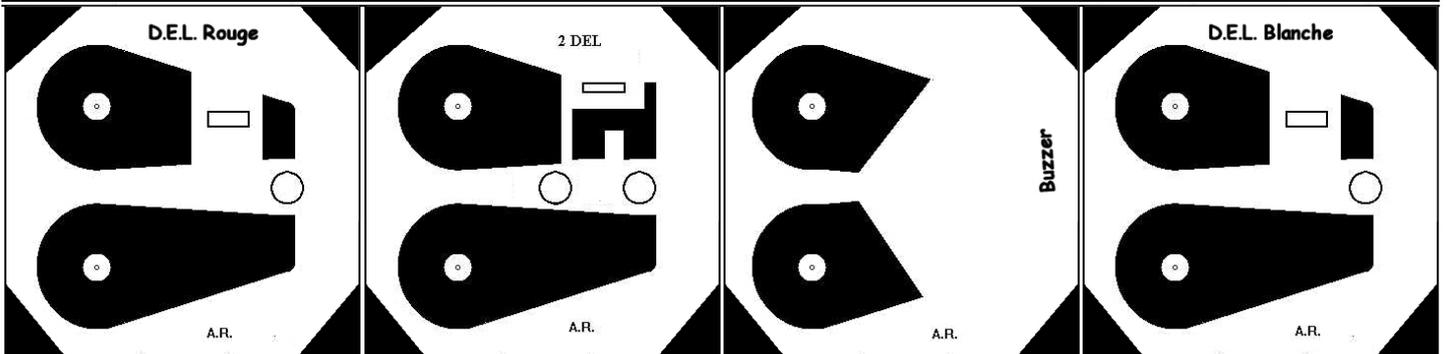
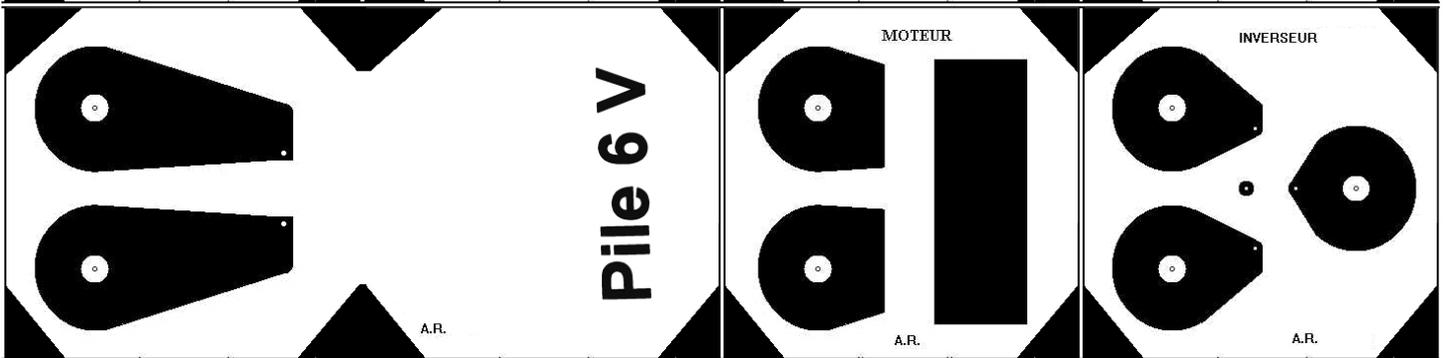
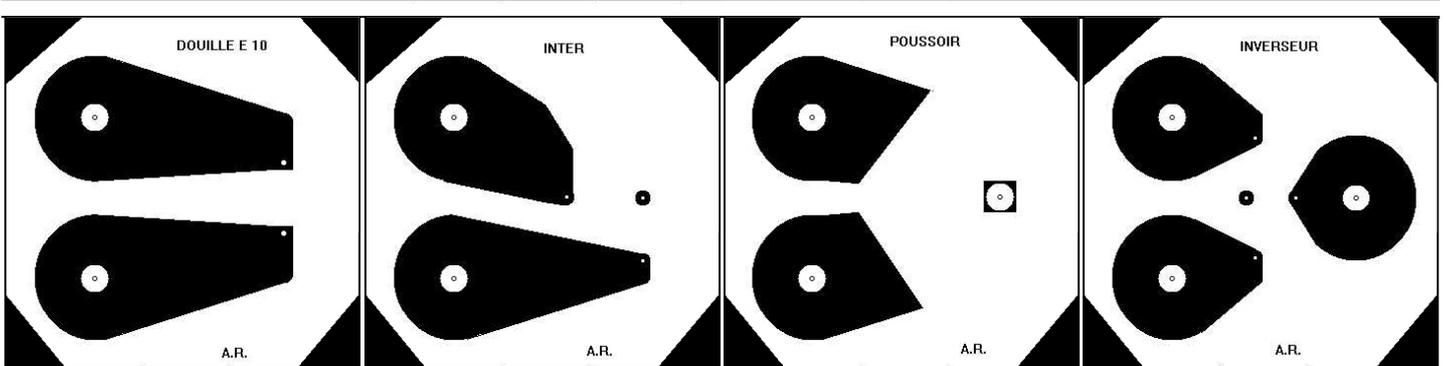
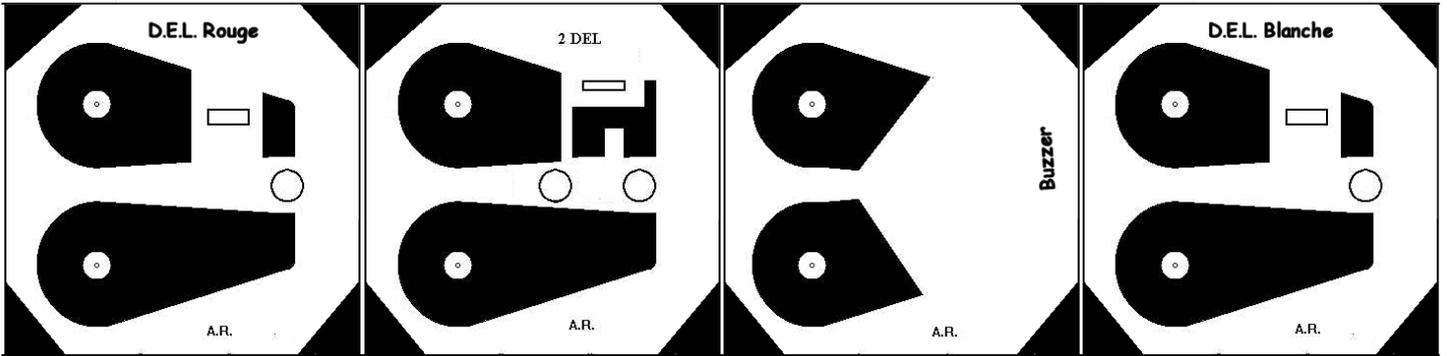
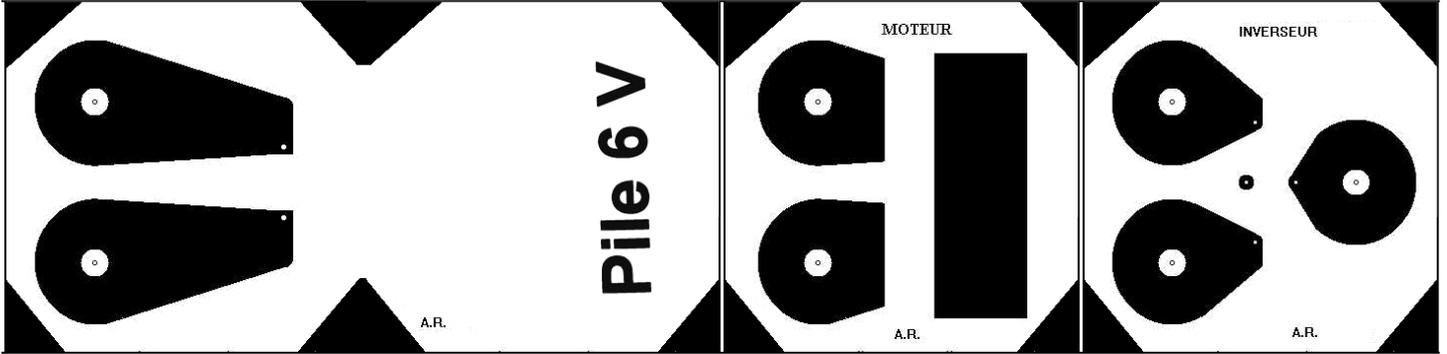
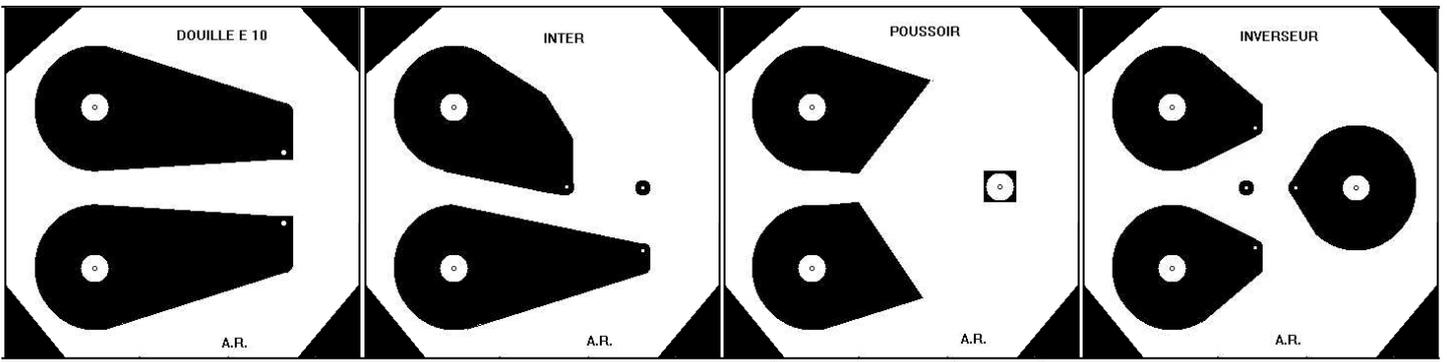
<p><b>Inverseur</b></p> <p>1</p> <p>C</p> <p>2</p>	<p><b>Moteur</b></p> <p>M</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>	
--	-------------------------------	----------------------------	--

<p><b>D.E.L. Blanche</b></p> <p>DEL</p> <p>470 Ω</p>	<p><b>Buzzer</b></p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p> <p>DEL R DEL V</p> <p>470 Ω</p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p> <p>DEL</p> <p>470 Ω</p>
--	----------------------	---	--

<p><b>Inverseur</b></p> <p>1</p> <p>C</p> <p>2</p>	<p><b>Poussoir</b></p>	<p><b>Interrupteur</b></p> <p>Marche</p> <p>Arrêt</p>	<p><b>Douille E 10</b></p>
--	------------------------	---	----------------------------

<p><b>Inverseur</b></p> <p>1</p> <p>C</p> <p>2</p>	<p><b>Moteur</b></p> <p>M</p>	<p><b>Pile 6 Volts</b></p>	
--	-------------------------------	----------------------------	--

<p><b>D.E.L. Blanche</b></p> <p>DEL</p> <p>470 Ω</p>	<p><b>Buzzer</b></p>	<p><b>Double D.E.L.</b></p> <p>DEL R DEL V</p> <p>470 Ω</p>	<p><b>D.E.L. rouge</b></p> <p>DEL</p> <p>470 Ω</p>
--	----------------------	---	--



REPOSES										
QUESTIONS										

REPOSES										
QUESTIONS										

!					
?					

!					
?					