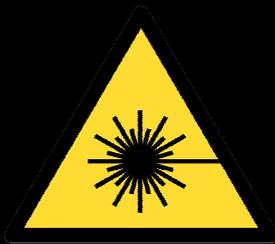


Alain ROBERT



# La Sécurité au quotidien



Atelier Sécurité  
Electricité



**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.

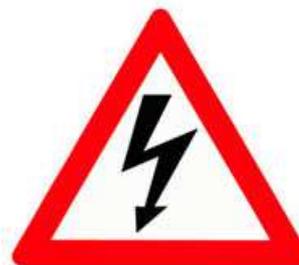
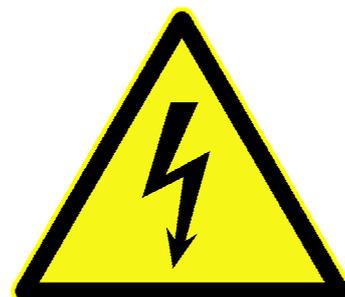


# Atelier Sécurité Electricité



## Sommaire

Introduction	Page 4
L'électrocution	Page 5
Le court-circuit	Page 9
Fabrication des maquettes	
Le disjoncteur	Page 11
Le lave vaisselle	Page 13
La peluche	Page 14
La pièce	Page 15
Appareils dangereux	Page 16
Construction d'un testeur de conductivité	Page 17



Nota : Pour aller plus loin, on pourra consulter le kit pédagogique très complet sur le sujet diffusé par EdF :  
<http://kit-branche-toi-securite.edf.com/>

# Introduction

L'électricité est omniprésente dans notre vie quotidienne, et nous apporte un confort de vie auquel nous sommes tellement habitués que nous n'y faisons plus attention.

Essayez d'imaginer ou de faire imaginer aux enfants tout ce qui ne fonctionnerai plus sans électricité. On pensera tout de suite à l'éclairage, mais ce n'est qu'une toute petite partie de la réponse !

- chauffage (même si l'on brule du gaz ou du fioul, la chaudière a besoin d'électricité)
- Réfrigérateur / congélateur, donc impossibilité de conserver les aliments
- moyens de communication : téléphone, radio, télévision
- lave linge, sèche-linge, fer à repasser, etc.
- ordinateurs, tablettes, etc.
- voitures, bus, camions, avions, hélicoptères (même si l'on consomme de l'essence ou du gas-oil, les moteurs modernes ne peuvent démarrer puis fonctionner sans électricité. De plus, dans les villes aucun feu rouge ne fonctionnera.
- train

**Et la liste n'est pas close !**

**Mais si l'électricité nous est aujourd'hui indispensable, elle peut aussi être source de dangers. Il est donc utile de connaître ces dangers pour savoir les éviter. C'est le but de ce dossier**

**Les dangers de l'électricité que nous allons étudier sont :**

- **L'électrocution lorsqu'un courant électrique relativement important (plus de 20 mA) traverse notre corps.**
- **Le court-circuit**

**Cette étude se fera à l'aide de maquettes fonctionnelles alimentées sous quelques volts, donc sans danger.**

**Dans la deuxième partie du dossier, vous trouverez indications et schémas pour fabriquer ces maquettes.**

Pour celles et ceux qui souhaitent se lancer dans la fabrication, vous pourrez vous procurer une partie des composants chez des vendeurs de matériel de bricolage près de chez vous, les autres par internet chez des marchands spécialisés comme par exemple

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

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

# L'électrocution

Notre corps est conducteur. On peut le vérifier facilement à l'aide du testeur décrit à la page 17



Lorsqu'un courant électrique traverse notre corps, on parle d'électrisation. Si le courant est faible (moins de 2 mA) on ne le sentira même pas.

Avec du courant alternatif (celui qui arrive chez nous), à partir de quelques mA, cela devient désagréable, puis douloureux.

Si le courant qui traverse notre corps atteint 15 à 20 mA, les muscles traversés par le courant se bloquent en position contractée (on parle de téτανisation des muscles).

Cela peut provoquer une chute, et si cela dure, la respiration étant bloquée, la mort par arrêt respiratoire.

Au-delà de 25 mA, en plus de ce qui précède, le cœur essaie de battre au rythme du courant (100 changements de sens par seconde), ce qui est mécaniquement impossible. On parle alors de fibrillation cardiaque et la mort survient en quelques minutes.

Pour des intensités plus fortes, s'ajouteront des brûlures.



**Lorsqu'il y a des conséquences graves  
on ne parle plus d'électrisation  
mais d'électrocution.**

Il faut donc éviter d'en arriver là !

Dans la suite, on va illustrer les dangers d'électrocution à l'aide de la maquette dont vous trouverez la description aux pages xx et suivantes

## Nota

L'ampère (A) est l'unité de mesure de l'intensité d'un courant électrique.

1 mA = 1 milli ampère, c'est-à-dire 1 millième d'ampère.

Quelques intensités dans des appareils courants :

Lampe « Eco » 18 W : 80 mA

Lampe 100 W : 500 mA

Four électrique : 11 A, c'est-à-dire 11 000 mA

**Intensité mortelle pour un être humain : 30 mA**

Que faut-il faire pour que le courant traverse notre corps ?

### 1er cas : toucher les deux fils

On branche les deux fils dans la prise, on arme le disjoncteur (appui bref sur le bouton marche).

On place les mains de la peluche sur les deux conducteurs et on voit que le courant parcourt la peluche en passant par la poitrine (les DEL internes de la peluche s'allument) ==> **DANGER !**

Il ne faut pas mettre les doigts dans la prise !



Il est aussi impératif de suivre scrupuleusement les conseils de INRS rappelés sur ces deux dessins.



Visuels reproduits avec l'aimable autorisation de l'INRS



Un petit tour sur le site de l'INRS est instructif : <http://www.inrs.fr/>

### 2ème cas : toucher un seul fil



Si vous êtes un petit oiseau, posé sur un fil électrique (et que vous ne touchez rien d'autre), vous ne risquez rien. Mais si vous n'êtes pas un moineau, si vos pieds posent sur le sol, vous êtes peut-être en danger :

Les ingénieurs des entreprises de distribution d'énergie électrique ont depuis longtemps cherché à minimiser les dangers si l'on touche un seul fil. Ils ont réussi à rendre inoffensif l'un des fils : le fil « neutre » généralement de couleur bleue. Malheureusement, il est impossible de faire aussi cela pour l'autre fil : le fil « de phase » généralement de couleur rouge qui reste dangereux si l'on touche en même temps le sol ou un objet conducteur relié au sol.

Placez une main de la peluche sur le fil bleu (neutre), les pieds de la peluche sur la partie conductrice du sol, il ne se passe rien...

Placez une main de la peluche sur le fil rouge (phase), les pieds de la peluche sur la partie conductrice du sol, les DEL s'allument ==> **DANGER !**

**Et pourtant la peluche ne touche qu'un seul fil !**



## Dans quelles circonstances peut-on se retrouver dans cette situation ?

- en utilisant un appareil dont le fil est abîmé :  
Gaine isolante coupée, râpée par des frottements, fondue, etc.

**Règle** : avant de brancher un appareil, on vérifie que le fil et la prise sont en bon état



- en branchant sur une prise « deux fils » un appareil qui nécessite un fil de terre. Tout appareil muni à la fabrication d'une prise de ce type (avec fil de terre) doit impérativement être branché sur une prise assurant la liaison à la terre. C'est en particulier le cas des gros appareils électroménagers dont la carrosserie est totalement ou partiellement métallique (réfrigérateur, congélateur, four, lave-vaisselle, lave-linge, sèche-linge, etc.)



Expérience :



Armez le disjoncteur branchez la maquette de lave-linge (bouton « défaut » sur « non ») sur la prise avec terre. La DEL blanche du lave-linge s'allume, signalant le fonctionnement de l'appareil. On peut placer la main de la peluche sur le dessus de l'appareil, il ne se passe rien.



Débranchez l'appareil, mettez le bouton « défaut » sur « oui » pour simuler un contact accidentel entre le fil de phase et la carrosserie, puis rebranchez l'appareil sur la prise avec terre.

Le disjoncteur différentiel joue très rapidement son rôle et coupe le courant. La DEL blanche est éteinte. Le danger est éliminé.



Recommencez en branchant l'appareil sur la prise sans terre. Que le bouton « défaut » soit sur « non » ou sur « oui », la DEL du lave-vaisselle reste allumée, l'appareil semble fonctionner correctement.

Si l'on place la main de la peluche sur le dessus de l'appareil, bouton « défaut » sur « oui », les DEL de la peluche s'allument ==> **DANGER !**



**Règle** : tout appareil muni d'une prise avec fil de terre doit impérativement être branché dans une prise murale avec terre, faute de quoi le disjoncteur différentiel ne peut pas fonctionner en cas de défaut d'isolation interne à l'appareil.

A l'extérieur de la maison, il peut aussi y avoir risque de toucher un fil : il ne faut jamais utiliser une canne à pêche ou un cerf-volant à proximité d'une ligne électrique.

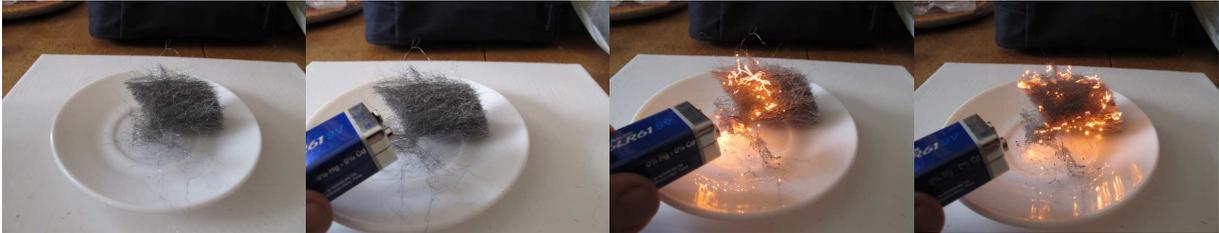
En cas de fil électrique tombé à terre (poteau percuté par un véhicule, tempête, etc.), il peut y avoir danger à plusieurs mètres du fil. Si vous constatez un fil à terre, ne vous approchez pas, téléphonez le plus rapidement possible aux pompiers (Tel : N°112 ou 18) qui prendront en liaison avec ErdF et si besoin la police les mesures pour sécuriser la zone.

# Le court-circuit

On parle de court-circuit lorsque les deux fils viennent en contact. Le courant qui passe est alors énorme, les fils chauffent très rapidement jusqu'à plusieurs centaines de degrés et il y a risque d'incendie.

Expérience 1 :

Dans une soucoupe en porcelaine, placée sur un carreau du même matériau (totalement incombustible), placez un petit échantillon de laine d'acier fine (0 ou 00).

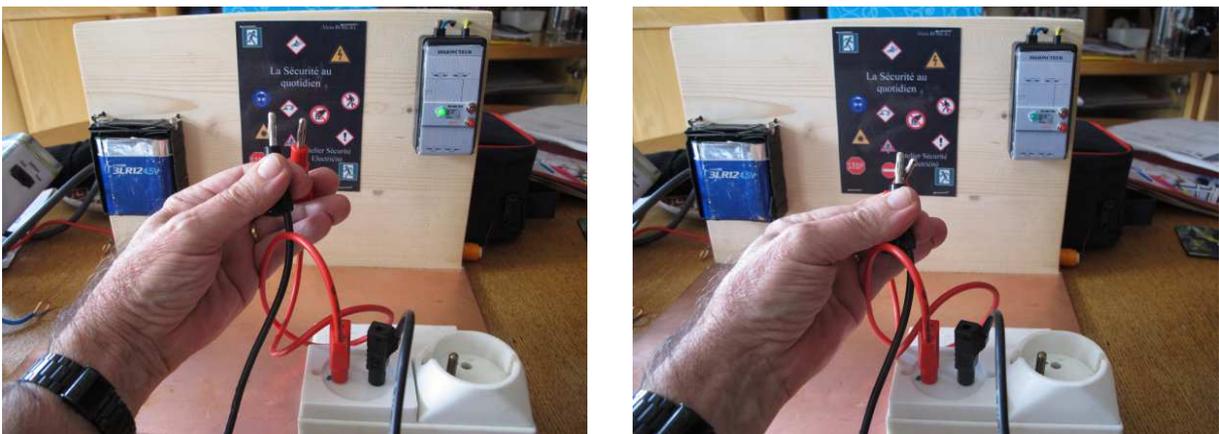


Les filaments en contact avec la pile s'échauffent, la laine d'acier s'enflamme et la combustion se propage à tout l'échantillon. S'il y avait des matériaux combustibles au contact de la laine d'acier, l'incendie risquerait de se propager et de devenir incontrôlable.

**Attention : cette expérience doit impérativement être faite par un adulte.**

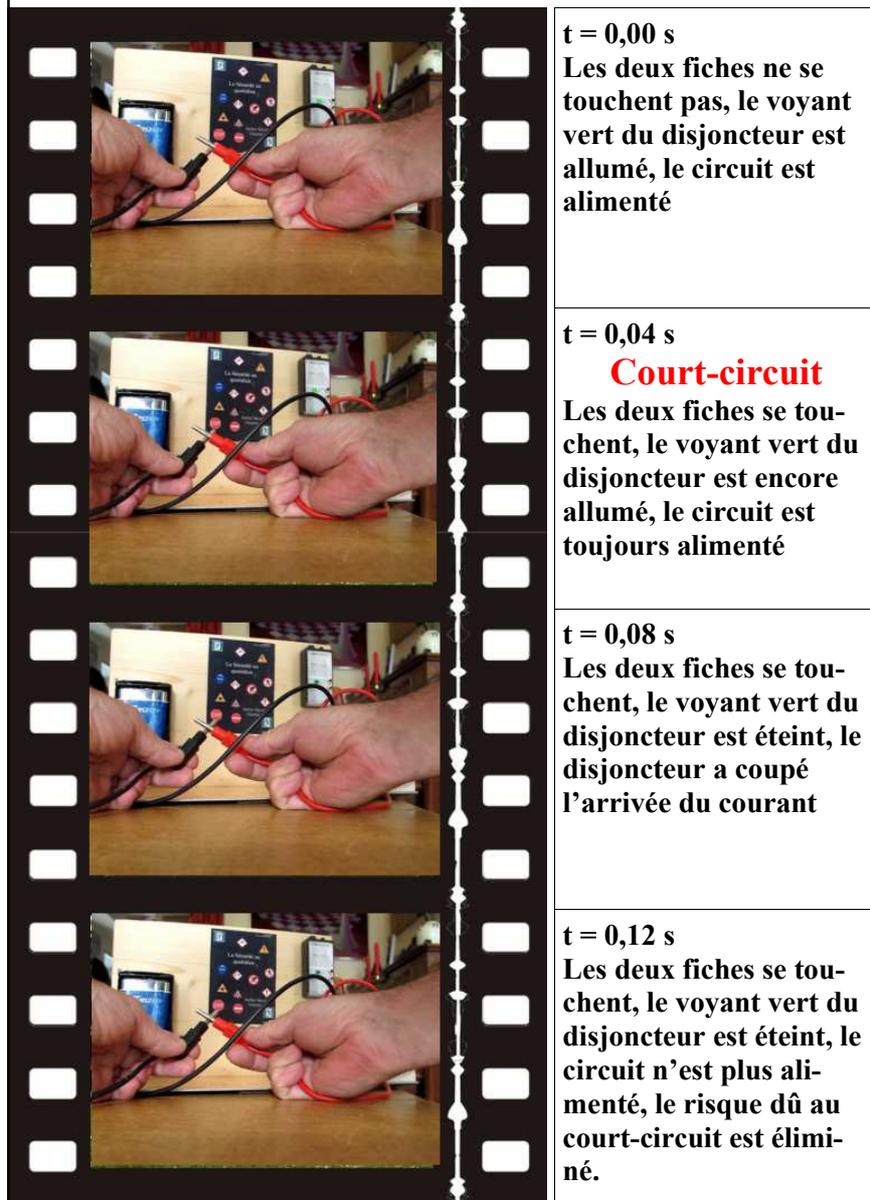
Donc attention à ne pas ranger de laine d'acier (utilisée en ébénisterie pour poncer le bois, mais aussi en cuisine pour décaper des casseroles ou des grilles de four) et des piles électriques dans le même tiroir !

Expérience 2 :



Sur la maquette, branchez deux fils dans l'une des prises, armez le disjoncteur et mettez les deux fils en contact. Presque instantanément le disjoncteur coupe le courant, avant que les fils aient eu le temps de s'échauffer jusqu'à risquer de déclencher un incendie.

## Le film du court circuit



Si l'on filme l'opération et que l'on regarde le film image par image (il y a 25 images par seconde, c'est-à-dire une tous les 4 centièmes de seconde), on voit que le courant est coupé en 3 ou 4 centièmes de seconde.

**L'action du disjoncteur est très rapide.**

C'est vrai pour la maquette de disjoncteur, c'est encore plus vrai pour un disjoncteur réel.

C'est cette rapidité qui normalement coupe le courant avant que la température des fils soit telle qu'un incendie risque de démarrer.

Attention : dans la réalité, un court-circuit est souvent accompagné d'étincelles, voire de projection de gouttelettes de métal fondu qui peuvent blesser ou brûler.

**Règle : Il faut tout faire pour éviter que les deux fils se touchent accidentellement.**



## Fabrication des éléments de la maquette

### 1 - La maquette de disjoncteur

Le circuit :

Matériel nécessaire :

2 relais 1RT 5 Volts

2 poussoirs miniature

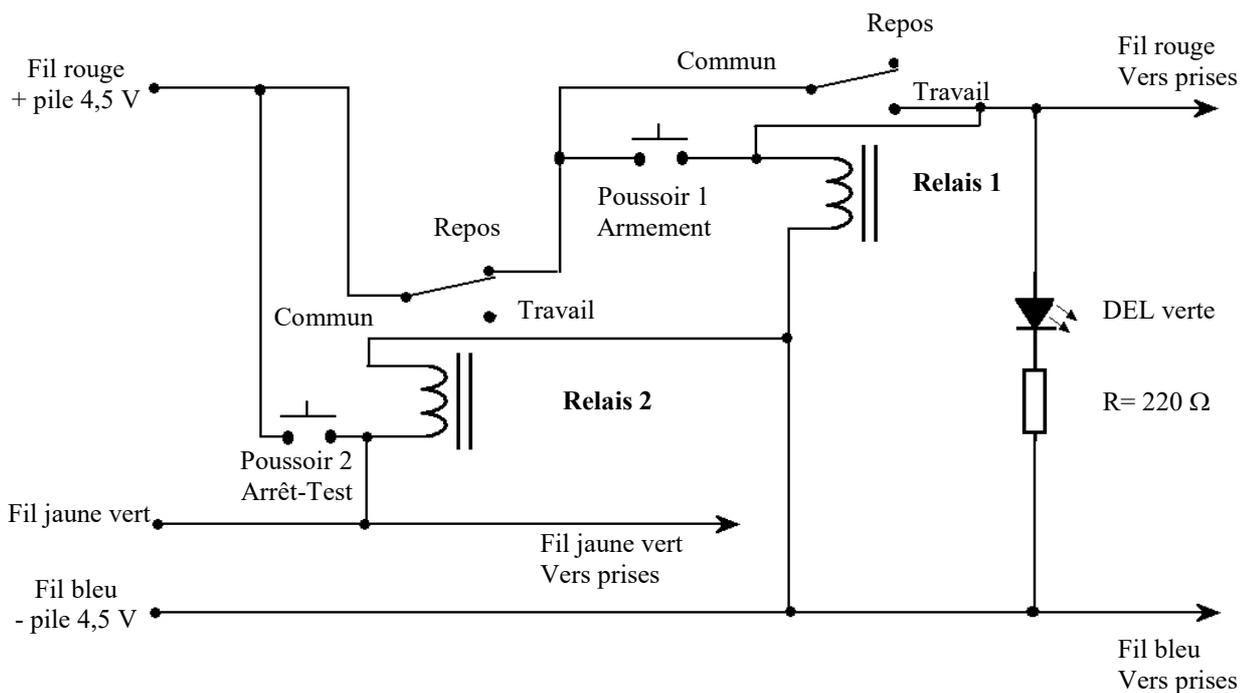
1 Del verte

1 résistance 220 Ohms

1 boîtier (petite boîte plastique de récupération)

Fils rouge (phase), bleu (neutre), jaune-vert (terre)

Câblez directement en suivant le schéma, puis placez le tout dans un petit boîtier en plastique que vous pourrez décorer en utilisant une photo d'un vrai disjoncteur modifiée à l'aide d'un logiciel de dessin



Explication du fonctionnement :

Lorsqu'on appuie sur le poussoir N°1, la bobine du relais N°1 est alimentée. Le contact se fait entre le « commun » et le contact « travail », lequel alimente les circuits extérieurs (prises) mais aussi la bobine du relais qui reste donc en position « travail » si l'on cesse d'appuyer sur le poussoir.

Le relais N°2 n'est pas alimenté, il y a contact entre le « commun » et le contact « repos », ce qui alimente le relais N°1

Si l'on appuie sur le poussoir N°2, la bobine du relais N°2 est alimentée, le contact « commun » / « repos » est coupé, donc la bobine du relais N°1 n'est plus alimentée, le contact « commun » / « travail » du relais N°1 est coupé, les circuits extérieurs ne sont plus alimentés. Il se passera la même chose si le fil de terre est mis en contact (accidentel) avec le pôle + de la pile. Cela permet de simuler le fonctionnement du disjoncteur différentiel.

En cas de court-circuit, la baisse de tension provoquée aux bornes de la pile est suffisante pour que la bobine du relais N°1 ne soit plus correctement alimentée, ce qui provoque la coupure de courant.

**Attention : cette maquette ne fait que simuler le fonctionnement d'un vrai disjoncteur. Il n'est pas utilisable pour protéger réellement un circuit.**

## 2 - La maquette du lave-vaisselle

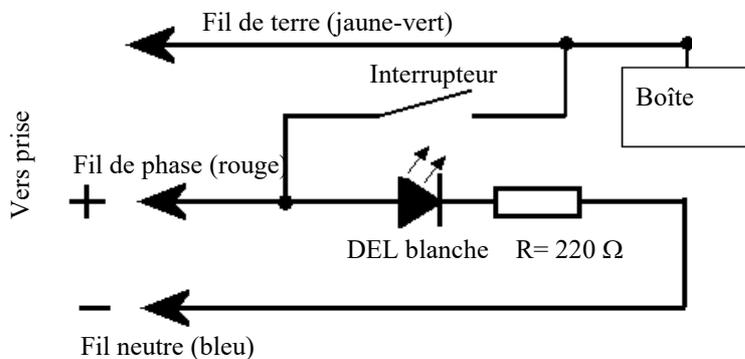
Récupérez une petite boîte métallique, décorez-la en utilisant une photo d'un lave-vaisselle modifiée à l'aide d'un logiciel de dessin. Décapez le couvercle afin que le métal soit à nu et qu'il soit totalement conducteur.



Installez un câble électrique (3 fils) terminé par une prise avec prise de terre.

Installez sur une des faces latérales un interrupteur qui servira à simuler un défaut d'isolation de l'appareil, puis sur la face avant une DEL blanche qui servira à en simuler le fonctionnement.

Câblez suivant le schéma ci-dessous.



Installez sous la boîte des pieds isolants (patins de feutre par exemple)

Matériel :

- 1 boîte métallique de récupération
- 1 DEL blanche
- 1 résistance 220 Ohms
- 1 interrupteur miniature
- 1 morceau de câble (2 + T) terminé par une prise avec terre
- 4 patins en feutre



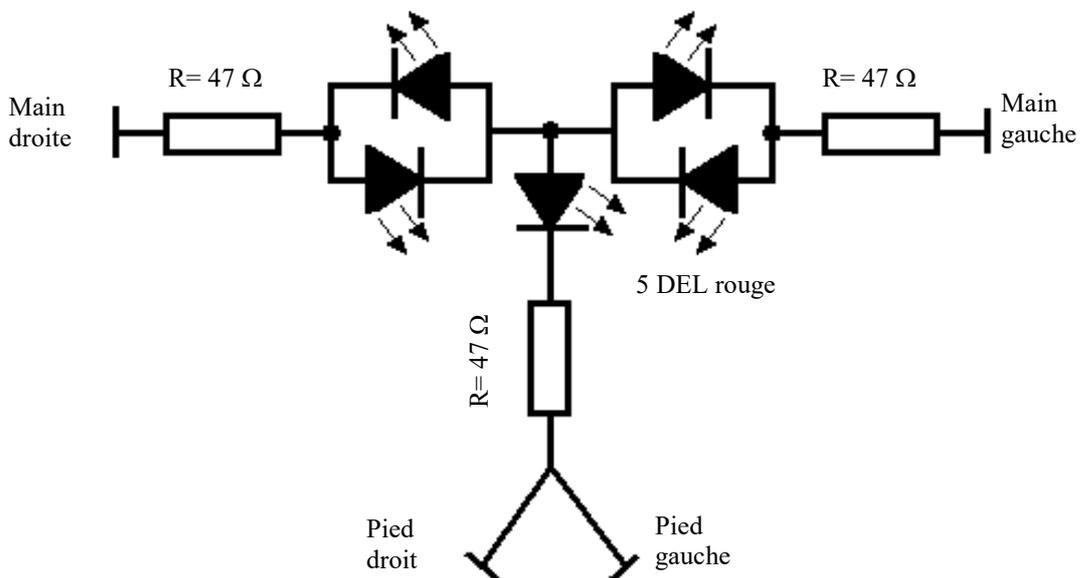
### 3 - La peluche

Procurez-vous une petite peluche, ouvrez-la délicatement dans le dos. Préparez 4 pièces de métal (par exemple de gros boutons pression) auxquelles vous soudez des morceaux de fil.



Fixez ces pièces aux mains et aux pieds de la peluche en faisant ressortir les fils par l'ouverture dorsale de la peluche.

Réalisez le montage ci dessous



Reliez les fils au montage, introduisez ce dernier dans la peluche puis fermez-la.

- Matériel :
- 1 peluche (hauteur environ 18 cm)
  - 5 DEL rouge
  - 3 résistances 47 Ohms
  - 5 gros boutons pression métalliques
  - Fil électrique fin
  - Fil à coudre de la couleur de la peluche.



## 4 - La maquette de la pièce

Pour figurer le sol, on peut utiliser une plaque de résine époxy cuivrée sur une face, de 20 x 30 cm ou une plaque métallique de mêmes dimensions.

On fixera sur l'un des grands côtés de cette plaque une planche en bois ou en contreplaqué de la même taille qui figurera le mur.

Sur le « mur », fixez la maquette du disjoncteur et le porte-pile (pour pile 4,5 Volts ou coupleur pour 3 piles 1,5 Volts R6).

Au dessus du disjoncteur, faites passer les fils d'entrée de l'autre côté de la planche, reliez les fils rouge et bleu au porte piles (voir schéma du disjoncteur). Le fil jaune vert (entrée) n'est pas relié.

Sur le sol, fixez côte à côte une prise murale avec terre (prise 2 + T) et une prise sans terre. Derrière les piles, fixez un petit tapis isolant (feutre adhésif par exemple). En dessous de la plaque figurant le sol, placez des pieds en feutre ou en caoutchouc pour que les fils ne frottent pas sur la table ou sera posée la maquette.

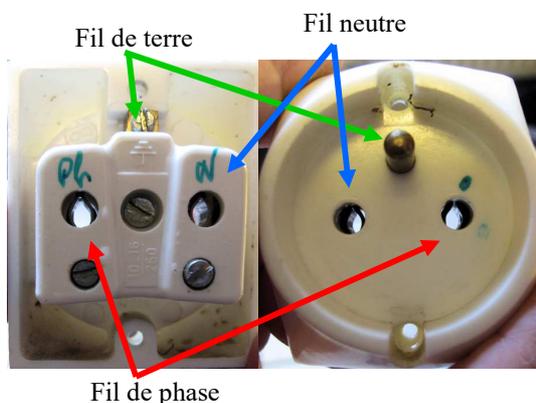
Derrière le disjoncteur, faites passer les fils de sortie de l'autre côté de la planche, reliez les aux prises :

### **Prise 2 + T**

Le fil rouge, qui simule le fil de phase doit être relié à la borne correspondante de la prise. Coté extérieur, mettez un point de repère sur cette borne.

Le fil bleu, qui simule le fil neutre est relié à la borne correspondante et au sol (par soudure ou vis suivant le type de métal)

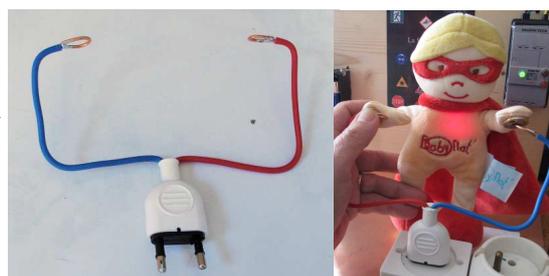
Le fil jaune vert, qui simule le fil de terre est relié à la borne « terre »



### **Prise 2 fils**

Reliez les fils rouge et bleu aux bornes de la prise. Coté extérieur, mettez un point de repère sur la borne correspondant au fil rouge.

Sur une prise simple, fixez deux morceaux de fils rigide rouge et bleu mis en forme comme sur la photo. Cela servira pour les simulation d'électrocution (voir page 6)



## 5 - Les appareils dangereux

Récupérez quelques (petits) appareils électriques et rendez-les visiblement dangereux :

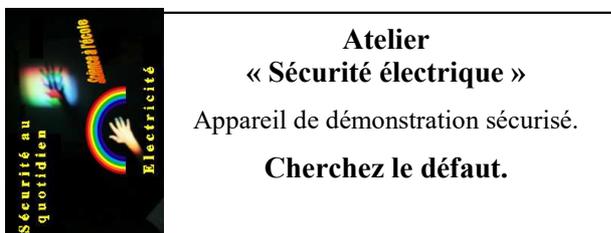
Fil dénudé, carrosserie cassée laissant apparaître des éléments normalement sous tension, etc.



Sécurisez ces appareils en rendant impossible tout contact entre les fils et les bornes de la prise,



puis indiquez cette sécurisation par une étiquette collée sur l'appareil.

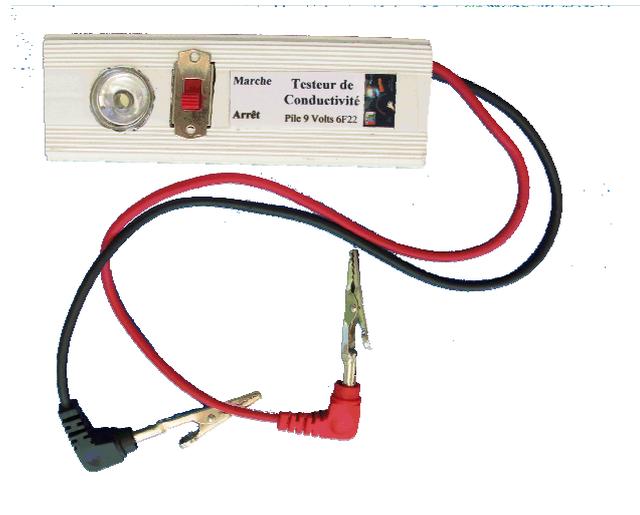
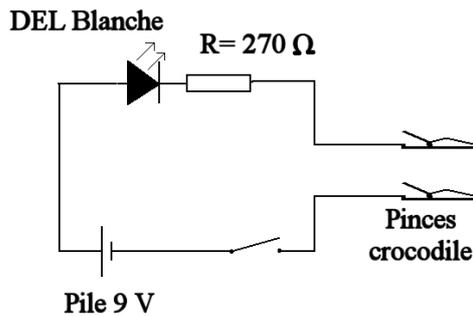


Les enfants devront observer l'appareil, trouver le ou les défaut(s) et expliquer pourquoi et comment il y a danger.

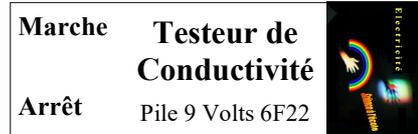
# Construction d'un testeur de conductivité

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 pincettes crocodile
- 2 morceaux de 50 cm de fil électrique souple isolé
- 1 pile 9 Volts 6F22
- 1 contact à pression pour pile 9 V

Après avoir testé des matériaux isolants (carton, bois, verre, etc.) et des matériaux conducteurs (métaux, graphite, etc.) on pourra tester l'eau puis le corps humain en prenant une pince dans chaque main. On pourra recommencer avec les mains mouillées ou seulement humides et en tirer une conclusion.

On pourra proposer aux enfants de tester leur propre corps, individuellement ou en faisant une chaîne avec tous les membres du groupe.

Nota : le courant qui traverse notre corps avec cet appareil est inférieur à 1 mA, donc totalement inoffensif.

Et pour finir, une dernière affiche de l'INRS à faire méditer par petits et grands...

