

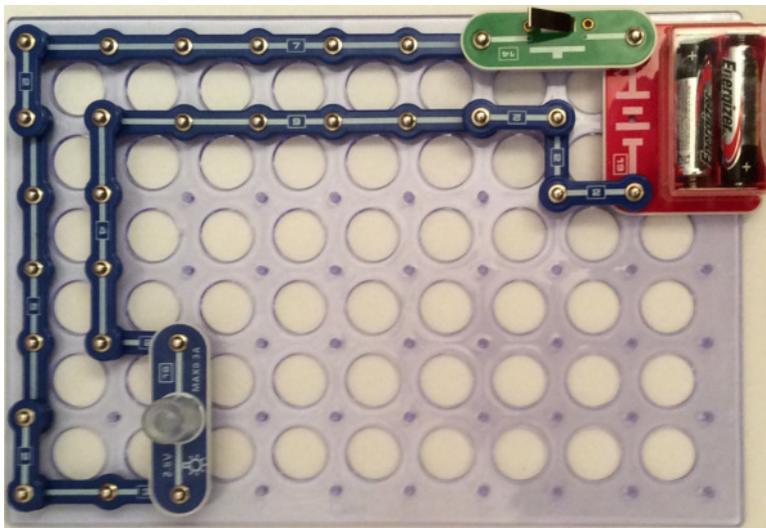
# Premières expériences

Claude Petitpierre, 6.2.2020

## 1. Circuits et courant

### 1.1. Circuit avec lampe et interrupteur

Créer un circuit au moyen des barrettes. Une ligne part du +, passe par un interrupteur (14, 15 ou 13 commandé au moyen du petit aimant rond) et aboutit au bout de la lampe bleue. L'autre ligne part de l'autre extrémité de la lampe et aboutit au -.

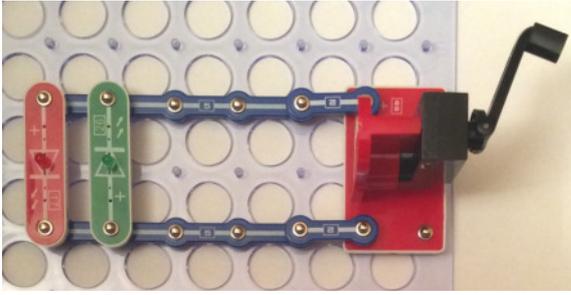


ATTENTION ! Il doit toujours y avoir un composant sur le chemin qui va du point noté + sur le bloc des piles au point noté -

- Mettre la lampe rouge à la place de la lampe bleue. Que se passe-t-il ?
- Remplacer le bloc batterie par la dynamo.
- Mettre deux blocs de batteries en série (l'une après l'autre) et vérifier que la lampe rouge marche mieux ainsi (Attention ne pas mettre la lampe bleue avec les deux batteries, elle brûlerait rapidement).

### 1.2. Détection du sens de rotation

Créer le schéma ci-dessous, dans lequel on place une diode dans un sens et l'autre dans l'autre sens.



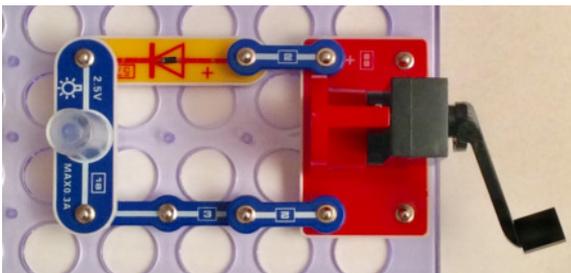
- Tourner la manivelle dans un sens ou dans l'autre. Que se passe-t-il ?

Le courant circule dans un sens donné, comme l'eau dans un tuyau. Il est important de savoir d'où il vient (noté sur les schémas par  $+$ ) et où il est absorbé ( $-$ ). En fait, le courant doit toujours être absorbé quelque part (dans un  $-$ ) !

L'électricité va dans le sens dans lequel la dynamo la pousse. Et elle ne passe que dans la diode qui est dans son sens.

### 1.3. Dynamo avec lampe

Créer le circuit ci-dessous avec une barrette bleue normale à la place de la pièce jaune et rouge ci-dessous. Tourner la manivelle dans un sens et dans l'autre.

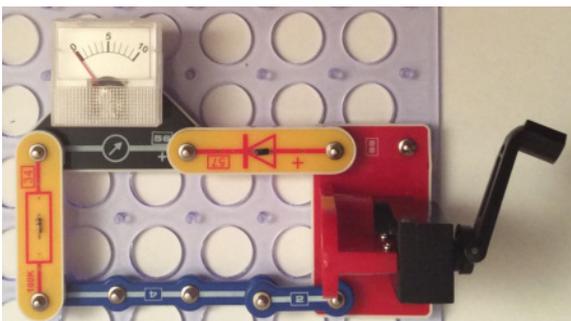


- Mettre la diode comme ci-dessus et tourner la manivelle dans un sens puis dans l'autre. L'électricité passe dans un sens, pas dans l'autre. La diode agit comme une soupape qui ne laisse passer l'eau ou l'air que dans un sens.

### 1.4. Mesure de la vitesse de la dynamo

Créer le schéma ci-dessous. La diode doit être placée dans le sens indiqué, partant du  $+$  de la dynamo et arrivant au  $+$  du galvanomètre.

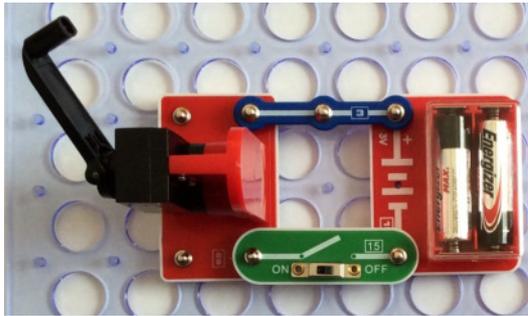
Mettre une résistance marquée 100K (numéro 34).



L'aiguille du galvanomètre ne bouge que si l'on tourne la manivelle dans le bon sens. Sinon la diode bloque le courant, ce qui est nécessaire, car l'aiguille ne peut pas aller dans l'autre sens.

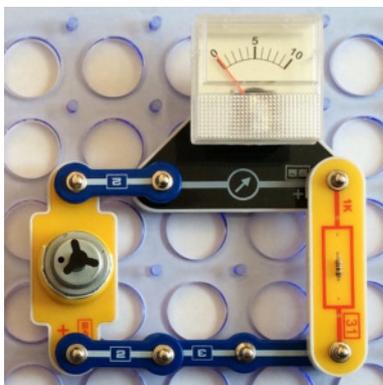
### 1.5. La dynamo est aussi un moteur

En fait il n'y a pas de différences entre un moteur et une dynamo, bien que les paramètres de l'un et l'autre soient adaptés à leur fonction. Pour le voir, on peut faire l'expérience ci-dessous. ATTENTION, laisser tourner la manivelle librement, ne pas y toucher, cela risquerait d'endommager les piles.



### 1.6. Le moteur est aussi une dynamo

Montez le schéma ci-dessous, ajoutez l'hélice et faites-la tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. Le déplacement de l'aiguille démontre que la rotation du moteur crée du courant. Bien sûr il faudrait faire tourner le moteur à pleine vitesse pour qu'il génère assez de courant pour faire tourner un autre moteur, ou par exemple la dynamo. Cette dernière a d'ailleurs des engrenages qui multiplie le nombre de tours effectués par la manivelle.

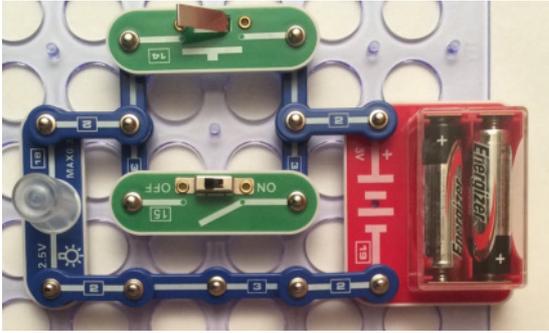


## 2. Les bases de tout ordinateur

Les expériences ci-dessous présentent les quatre composants ou fonctions qui permettent de construire un ordinateur. Si l'on peut créer ces composants en nombre et suffisamment rapides, on peut faire un ordinateur. Un téléphone mobile ne contient pas d'autres composants, à part les récepteurs et les émetteurs de signaux, les batteries ou l'écran. Le traitement de la parole est aussi fait au moyen de ces éléments.

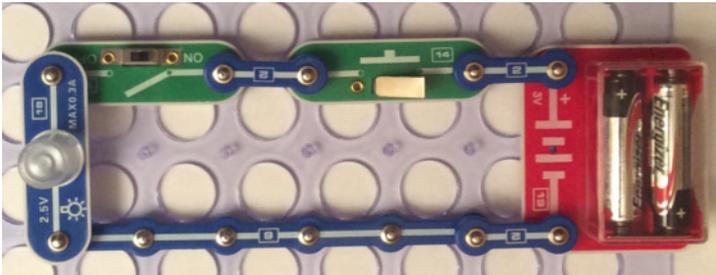
### 2.1 Un interrupteur OU l'autre

Voyons tout d'abord quelques fonctions au moyen d'interrupteurs. Dans la configuration ci-dessous, l'ampoule s'allume si un interrupteur **OU** l'autre est fermé (c'est-à-dire actif).



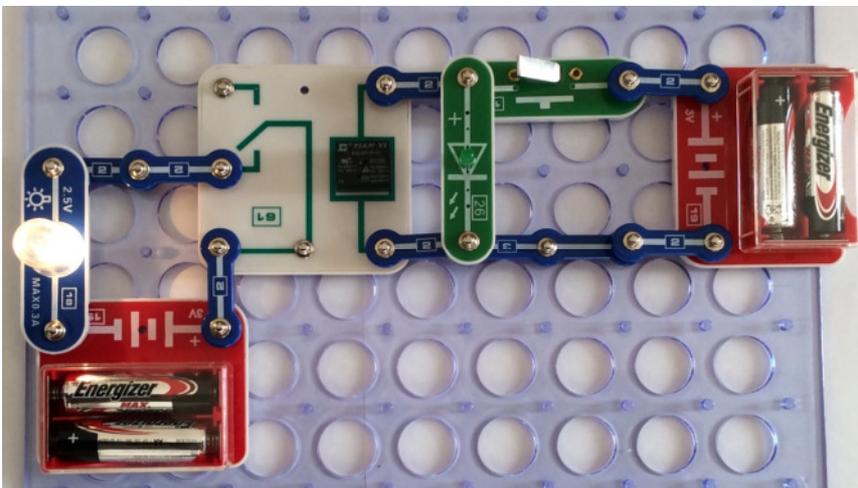
## 2.2. Un interrupteur ET l'autre

Dans le schéma suivant, l'ampoule s'allume si un interrupteur **ET** l'autre sont fermés (actifs).



## 2.3. La lampe n'est PAS allumée si l'autre l'est

Dans le schéma suivant, la deuxième lampe s'allume si la première n'est **PAS** allumée, et vice-versa.



## 2.4. Un bit de mémoire

Le schéma ci-dessous mémorise un bit de donnée. Il y a 100 milliards de ces bits dans un téléphone mobile !

Pour allumer la lampe, il faut presser brièvement sur l'interrupteur de gauche. Pour l'éteindre, ouvrir et refermer l'interrupteur de droite.

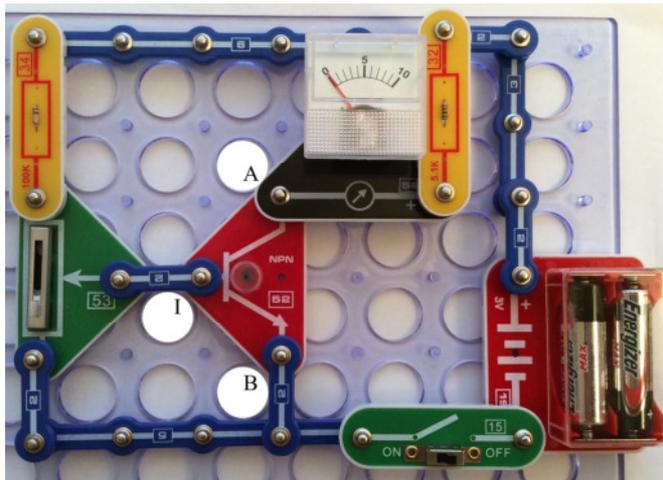


### 3. Les transistors

Les transistors ont été découverts en 1948, au Bell Laboratories aux USA. Ils sont utilisés par centaines de milliards dans tous les ordinateurs et sont évidemment minuscules.

#### 3.1 Comment travaille un transistor

Dans les expériences suivantes, on peut expérimenter le fonctionnement du transistor (composants 51 et 52). Le premier schéma utilise une résistance de 100K à gauche et une de 5.1K à droite.



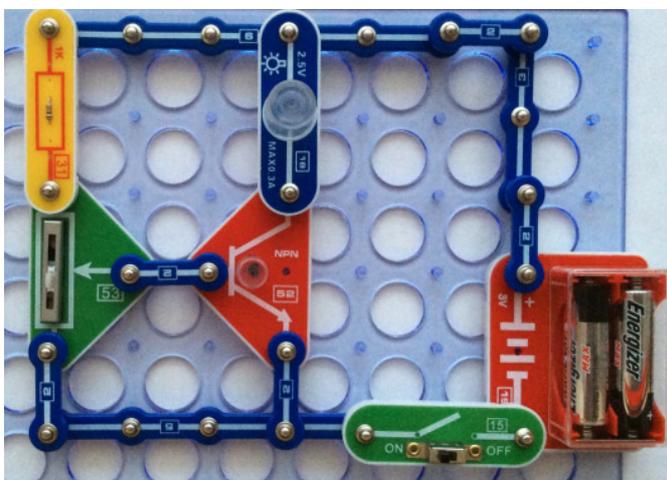
ATTENTION ! Mettre le curseur du composant 53 tout en bas avant de mettre les piles ou de fermer le circuit avec l'interrupteur.

Sinon on risque d'endommager le galvanomètre

Monter lentement le curseur. À un certain point, l'aiguille se met à bouger. Sur une petite plage du curseur, l'aiguille passe du bas au haut de l'échelle. Avec un petit effet à l'entrée (I), il y a un grand effet sur la sortie (A).

#### 3.2 Commande d'une ampoule

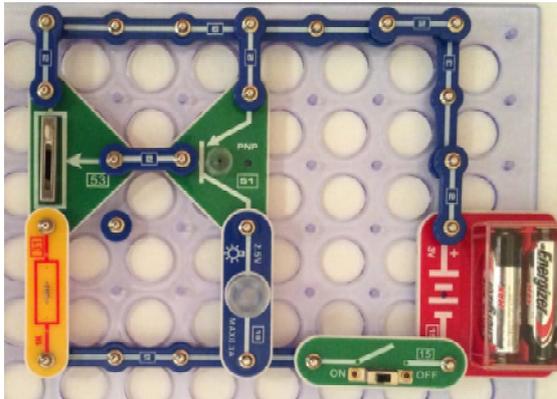
Ce deuxième schéma utilise une résistance de 1K. Cela injecte plus de courant dans l'entrée. Il y en a donc d'autant plus dans l'entrée A, pour qu'il y ait assez de courant pour allumer l'ampoule.



Vous avez en fait créé une commande de lumière variable, ou un amplificateur de puissance. C'est un montage de ce type qui a valu son nom aux premiers postes de radio sans tubes à vide : le fameux « transistor ».

### 3.3. Transistors PNP et NPN

Les transistors sont construits en deux formes complémentaires, NPN et PNP, dont on va tirer parti dans un des montages qui suit.

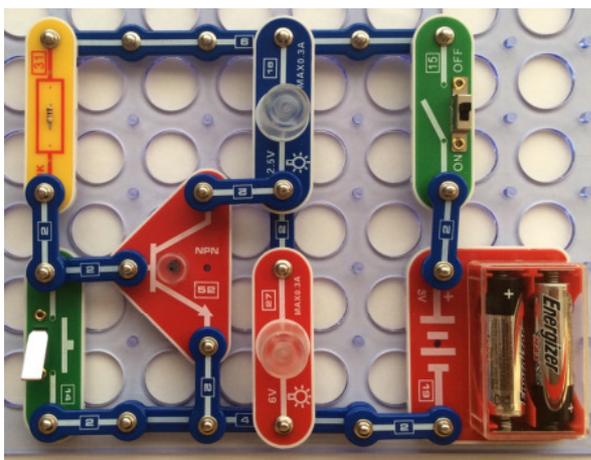


Ce montage est le miroir (haut en bas) du précédent. Comme le PNP est moins efficace, il faut mettre une plus petite résistance à gauche : 1K.

### 3.4. Problème du schéma précédent

Le schéma 3.2 est intéressant pour régler l'intensité du courant dans un composant. Par contre dans un ordinateur, on doit transmettre des signaux 0 ou 1, c'est-à-dire des valeurs proches de la valeur du + ou du -, on ne s'intéresse pas aux valeurs intermédiaires. De plus, il faut pouvoir mettre des transistors à la suite les uns des autres pour qu'ils puissent se transmettre des signaux. Or l'ampoule bleue commandée dans le schéma 3.2 est au pôle (+ ou -) opposé au transistor qui la commande. On pourrait mettre un transistor PNP, puis un NPN, etc., pour se « coller » au + puis au -, mais cela compliquerait le circuit.

La première solution est présentée dans le montage ci-dessous. Elle est appelée **RTL**, pour resistor-transistor-logic. Ce schéma a l'avantage de permettre de réaliser le **ET** facilement : il suffit pour cela d'attacher un deuxième groupe résistance-transistor au bas de l'ampoule bleue.

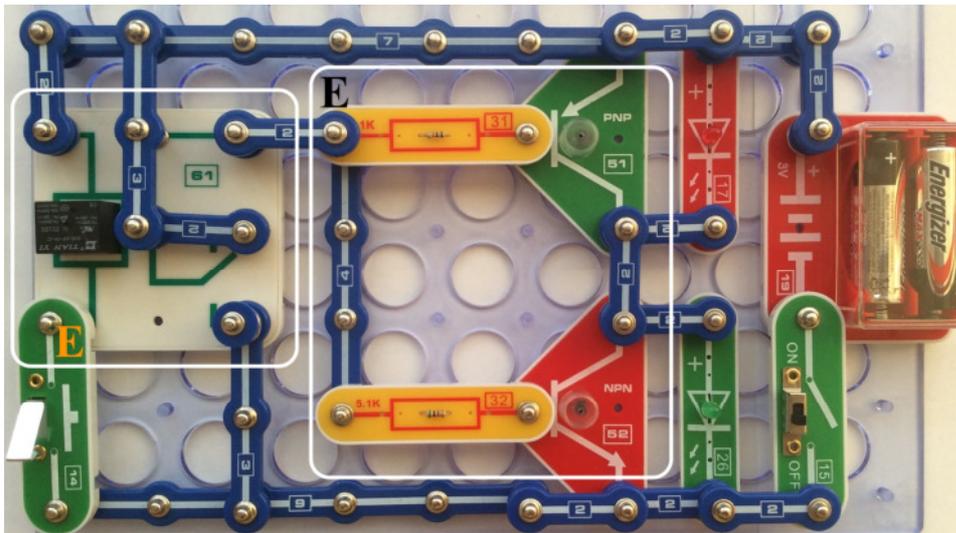


Cependant, comme on peut le voir dans ce montage, l'ampoule rouge n'éclaire jamais au maximum, car le courant passe par l'ampoule bleue d'abord. Pour pallier ce problème, on a mis au point le schéma suivant, appelé **TTL** pour transistor-transistor-logique.

### 3.5. Porte à double transistors

Le schéma ci-dessous, qui utilise les deux sortes de transistors, NPN et PNP, est celui qui est utilisé dans les ordinateurs pour créer les portes ET, OU et PAS. Comme la boîte ne contient qu'un transistor de chaque sorte, on va commander l'entrée de la porte par un relais. En fait les contenus des deux cadres blancs ci-dessous ont exactement la même fonction. Le premier contient des éléments mécaniques. Il est utile car il peut commander des appareils plus puissants, mais il est beaucoup plus lent et plus volumineux.

La résistance du transistor PNP (51) vaut 1K, celle de l'autre, 5.1K.



En pressant l'interrupteur de gauche, le relais met les entrées des deux résistances près de la masse (point – de la batterie). Le transistor rouge est donc bloqué et le vert envoie le courant à la diode verte. Lorsque ce même interrupteur est relâché, l'entrée des résistances est liée au + de la batterie. C'est alors le transistor vert qui est bloqué et le transistor rouge qui conduit le courant à travers la diode rouge.

Ce montage de transistor réalise la fonction PAS : la diode rouge est toujours à l'opposé de la verte. Le montage 3.4 réalisait facilement le ET. Celui qui est présenté dans ce paragraphe, placé à la suite du 3.4, réalise simultanément le PAS et fournit la puissance pour envoyer le signal à plusieurs autres portes.

L'ensemble 3.4 avec plusieurs entrées suivi du montage 3.5 est appelé NAND, c'est-à-dire PAS-ET, une porte universelle. Avec un suffisamment grand nombre de telles portes, on peut construire un ordinateur, y compris la mémoire et les registres, même s'il est possible d'optimiser ces derniers composants.