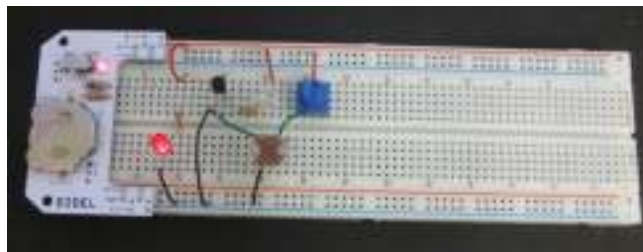


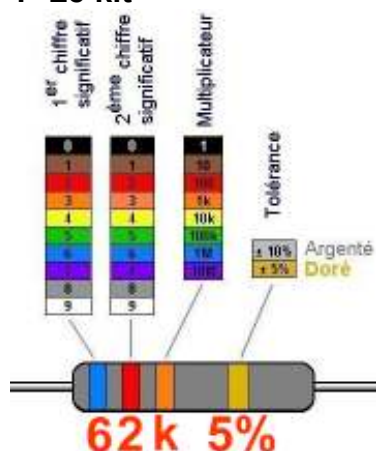
# Notions d'électronique

Le documents générés en complément à ce cours se trouvent sous [www.didel.com/profsTM/Liens.pdf](http://www.didel.com/profsTM/Liens.pdf)

Le but de l'atelier est de comprendre les bases de l'électronique et le fonctionnement du transistor. Les montages se font sur une carte d'expérimentation spécialement complétée pour éviter le gaspillage de piles. L'accu utilisé (LR2032 de 3.6V) est rechargeable via un connecteur mini-USB. Les contacts sur la carte vont par groupes de 5 verticalement. Les fils des composants doivent avoir un diamètre de 0.5 à 0.7mm.



## 1- Le kit

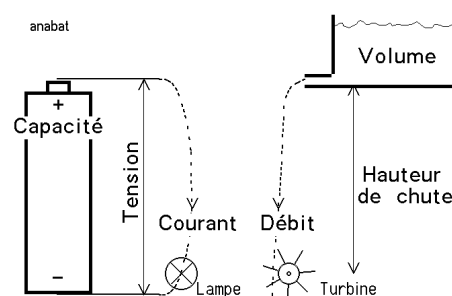


Carte d'expérimentation avec accu  
Fils rigides et souples  
Leds différentes couleur  
Led arc-en-ciel 5mm arrondie  
Résistances, condensateurs  
Poussoirs, interrupteur, reed  
Photorésistances LDR, capteur de température  
Haut-parleur et micro  
Transistors 2N3904 et 2N3906

Pince coupante fine ou coupe-ongle pour préparer les fils, coupés à une bonne longueur et dénudés sur 5mm avec la pince à moitié fermée– un coup à prendre!  
Faire les fils courts, recommencer s'ils ne sont pas bien adaptés.  
Raccourcir aussi les pattes des composants.

## 2- Courant, tension et résistance

L'analogie hydraulique aide à comprendre les notions de tension (hauteur de chute), courant (débit), résistance (étranglement de la conduite) et capacité (volume en réserve). Notre accu a une tension de 3.6V et une capacité de 60 mAh. Le courant maximum est limité par une résistance interne de ~100 Ohm. L'accu est trop faible pour faire tourner un moteur, mais il est rechargeable. Refusez d'utiliser des piles à jeter, surtout les 9V peu efficaces!



La tension 3.6V (rouge) et 0V (noir) est amenée près de la carte d'expérimentation sur des groupes de 4 contacts pour faciliter l'expérimentation.

La résistance est un composant électrique qui permet de limiter le courant dans notre circuit. Elle est mesurée en Ohm (qui a pour symbole  $\Omega$ ).

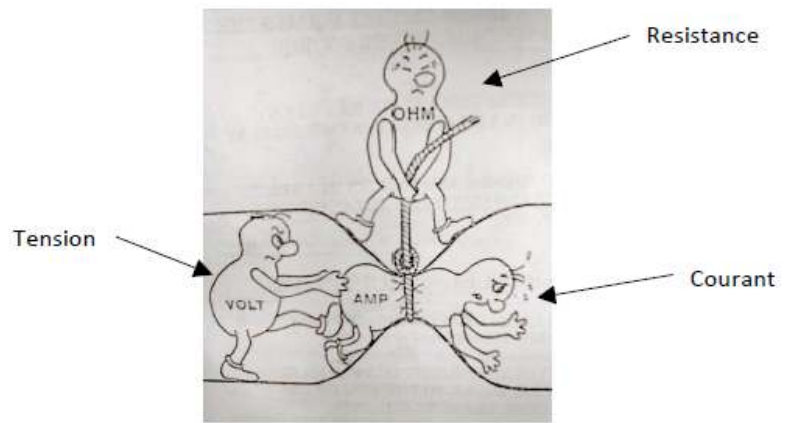
Les résistances que l'on utilise lors de l'atelier valent  $1k5 \Omega$  et  $33k \Omega$ , qu'est ce que ça veut dire ? La lettre 'k' signifie que le chiffre qui la précède est le chiffre des milliers. Donc  $1k5 \Omega = 1500 \Omega$  et  $33k \Omega = 33000 \Omega$ .

Comment reconnaît-on celle que l'on utilise ? Les résistances sont marquées par des anneaux colorés. Chaque couleur correspond à un chiffre.



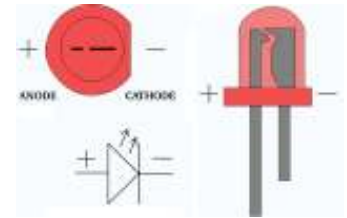
Les deux premiers anneaux désignent les chiffres significatifs. Le troisième quant à lui, exprime le nombre de zéros. Toutes les résistances n'étant pas parfaitement identiques, doivent avoir une tolérance. C'est le rôle de la dernière couleur (ici, le doré signifie  $\pm 5\%$ ).

Si on compare la résistance avec notre modèle hydraulique, elle s'apparente à un rétrécissement du tuyau pour diminuer le débit de l'eau. Si monsieur Ohm tire trop fort, Ampère aura du mal à se déplacer. Dans un circuit, c'est pareil, plus la résistance est grande, moins il y a de courant.



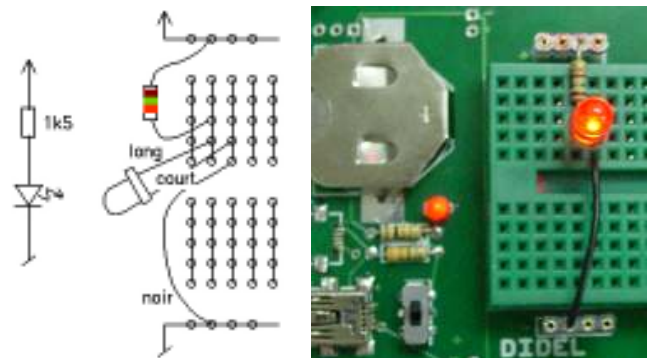
### 3- Les Leds

Les Leds (Light Emitting Diodes) existent dans toutes sortes de boîtiers. Les boîtiers cylindriques usuels de 3 ou 5mm de diamètre ont une patte longue par laquelle le courant entre (anode). Un replat sur le boîtier marque le côté opposé (cathode) qui a un fil plus court. Pour allumer une Led, il faut une tension suffisante, au moins 1.4V pour une Led rouge, et 2.5V pour une Led jaune ou blanche (en général, il y a différentes technologies pour la même couleur). Cette tension augmente un peu si le courant, donc la luminosité, augmente.



Une résistance en série est nécessaire, pour limiter le courant. Une résistance de 1k5 (1500 Ohm) est une bonne valeur. Sans résistance, une alimentation 5V va envoyer trop de courant, donc la Led fera un petit flash avant de faire fusible.

On peut représenter le câblage à faire de différentes façons: schéma, dessin, photo. Le schéma est naturellement l'outil des ingénieurs. Remarquez les symboles pour le + et pour le -.



Sur la plaque, on voit une résistance de 10 kOhm qui limite le courant dans la Led rouge, qui n'a pas besoin d'être très lumineuse. La résistance de 330 Ohm limite le courant de charge de l'accu.

### 4- Expériences:

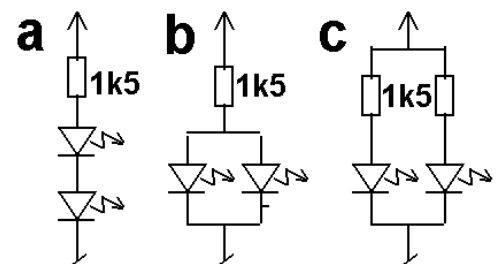
Mettre deux diodes rouge en série – schéma (a)

Mettre une diode rouge et une jaune en série – schéma (a) Quel est le problème?

Mettre deux diodes rouges en parallèle sur la même résistance - schéma (b) OK?

Mettre une diode rouge et une diode jaune en parallèle sur la même résistance - schéma (b) OK?

Peut-on mettre une diode rouge et une diode jaune avec chacune une résistance de 1k5 - schéma (c) OK?



Essayer la Led arc-en-ciel, avec et sans résistance ( boîtier transparent). Pourquoi la résistance n'est-elle pas nécessaire?

Réponse: ce n'est pas une Led, mais un circuit intégré qui commande 3 Leds. Il ne faut pas inverser la polarité

## 5- Le poussoir et l'interrupteur

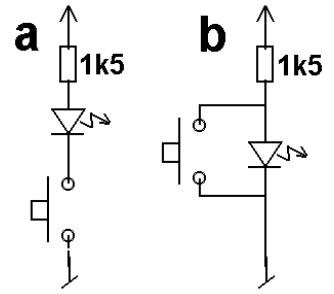
Commander une Led quand le poussoir est pressé – schéma (a).

Eteindre la Led quand le poussoir est pressé - schéma (b).

Notez que ce schéma gaspille l'énergie; avec un transistor, ce sera mieux.

La loi d'Ohm dit  $I = U/R$  courant = tension divisé par résistance.

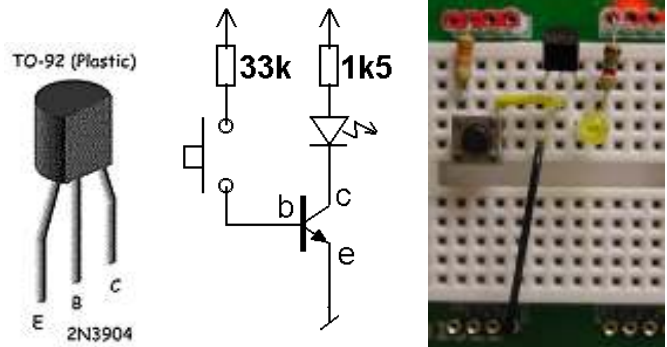
Si la tension est de 3V, si la Led a une tension de seuil de 1.5V et la résistance est de 1.5 kOhm, quel est le courant bouton relâché, puis pressé?



## 6- Le transistor

Le transistor est un peu comme un robinet. Un petit courant sur l'entrée B (base), permet le passage d'un courant 100 fois plus important de C (collecteur) vers E (au 0 Volt).

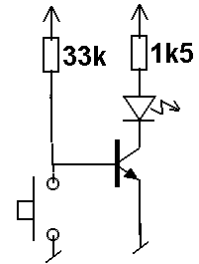
Remplacez le poussoir par 2 fils courts. Touchez avec votre doigt mouillé, la Led s'allume aussi !



Vous voulez que le poussoir éteigne la Led ?

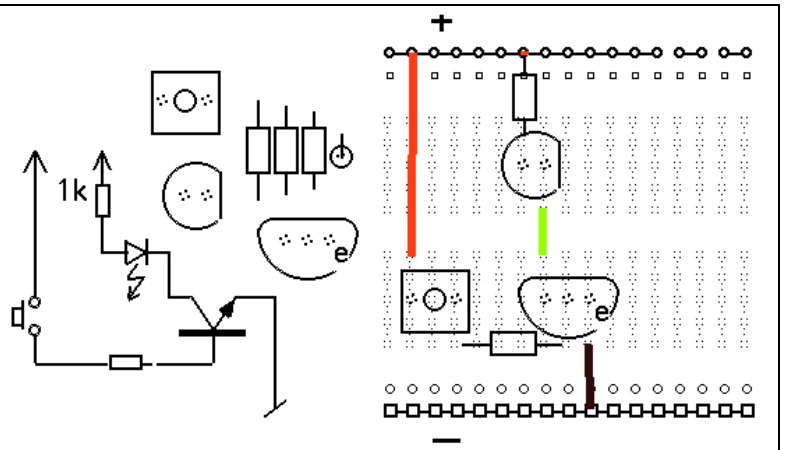
Il suffit de mettre le poussoir vers le 0V. On gaspille aussi un peu d'énergie (remarque section 5), mais cette fois, le courant est limité par une résistance de 33k. et pas de 1.5k.

Mais si vous essayez de remplacer le poussoir par votre doigt, cela ne marchera pas aussi bien. Le transistor arrête de conduire (le robinet se ferme) à 0.7V. Donc, si on vous explique le diviseur de tension, la résistance de votre doigt doit être inférieure à 1 kOhm, 100 fois plus faible qu'avant.



### 6b- Remarque

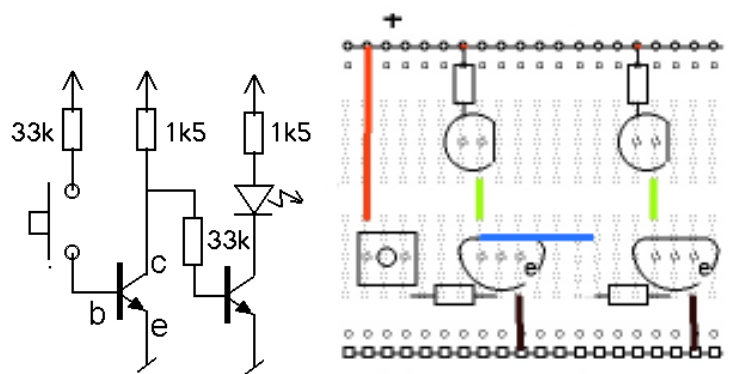
Le câblage doit s'inspirer du schéma, pour être facile à vérifier et modifier. On se familiarisera avec les composants vu de dessus, on coupera les pattes des résistances à une longueur adaptée, les diode lumineuses aussi en gardant la patte courte plus courte que la longue, mais avec une différence plus faible pour que les deux pattes soient bien insérées.



## 7- Ampli à 2 étages

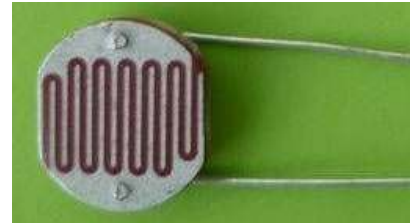
Un transistor peut en commander un autre. Dans une radio, les signaux très faibles de l'antenne sont amplifiés plusieurs fois avant de pouvoir les écouter. En tout-ou rien, on voit que le signal est inversé à chaque étage. Dans le montage ci-contre, la Led s'éteint si on agit sur le poussoir. OK ?

Pressé → le courant passe dans la base → 1er transistor conducteur → ~0V sur le collecteur → le 2e transistor ne conduit pas → la Led est éteinte.



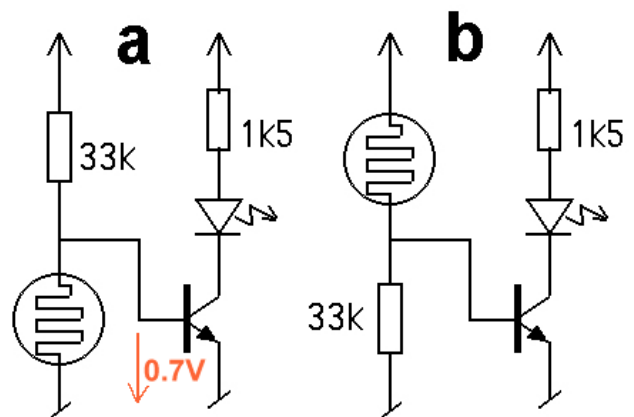
## 8- LDR et interrupteur crépusculaire

Une LDR (Light Dependant Resistor) est une photorésistance de  $\sim 100 \text{ Ohm}$  en plein soleil,  $\sim 100 \text{ kOhm}$  dans l'obscurité. On peut remplacer la résistance qui allume la Led dans la section 3, mais il faut tellement éclairer pour que la Led s'allume, vous ne verrez rien! Utilisons un transistor amplificateur.



Si la LDR est côté 0V (schéma a), le transistor conduit si c'est obscur. C'est ce que l'on veut en général, on allume la Led s'il fait nuit. En changeant la résistance de 33k, en cachant une partie de la surface de la LDR, on décide quel niveau de lumière fait basculer le transistor.

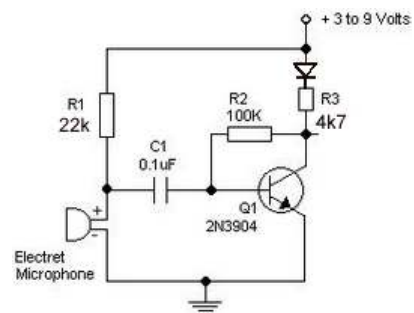
Dans quel cas le schéma b est-il utile?



A noter que avec le schéma a) la LED doit être très éclairée pour bloquer le transistor. La jonction base-émetteur est une diode avec une chute de tension de 0.7V environ. Pour que le transistor soit bloqué, il faut que la tension de base soit inférieure à 0.7V, donc la résistance de la LDR inférieure à  $33k * (0.7/5) = 4.6 \text{ k}$ . Dans le cas de la figure b) la LDR doit avoir une résistance inférieure à  $33k * (4.3/5) = 28k$  pour que le courant commence à passer, et il en suffit de peu.

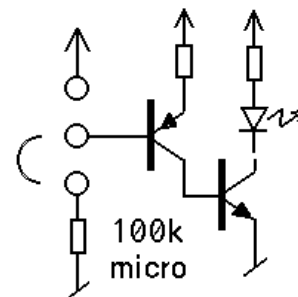
## 9 - Microphone Electret

Ce microphone est polarisé. C'est une résistance variable polarisée par une résistance de 4 à 10k. Un condensateur de 100 nF assure le couplage avec le transistor, qui n'amplifie que les alternances positives du son. Dans le schéma, on peut mettre une diode en série avec la résistance de 10k.



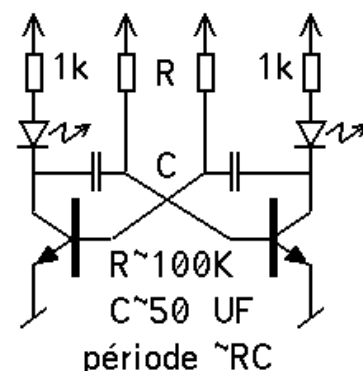
## 10- Transistor complémentaire

Les transistors complémentaires de type P permettent de faire les mêmes montages en inversant les polarités. L'association N et P permet des amplis à grand gain.

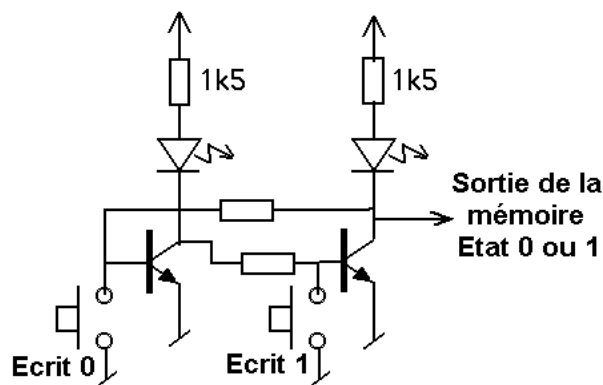


## 11 – Multivibrateur

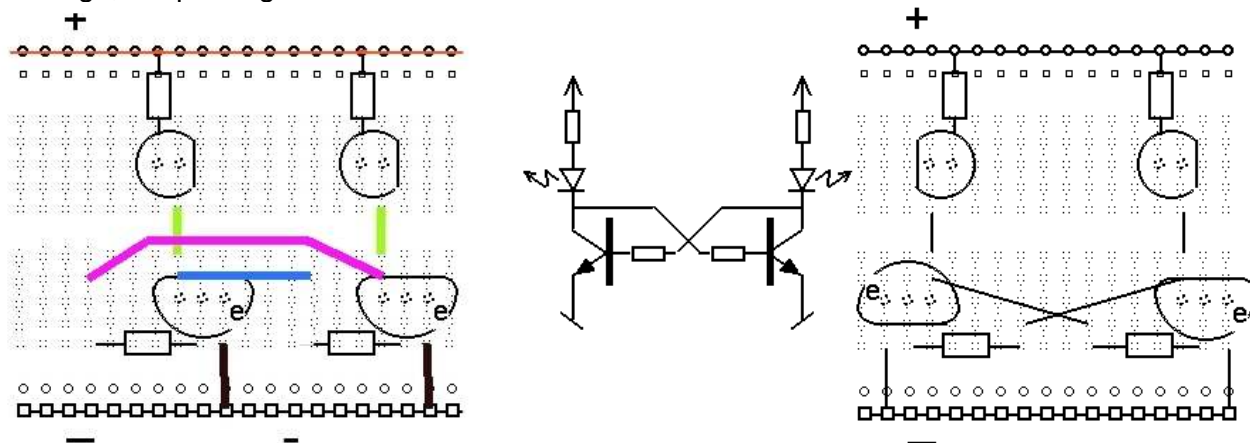
Une petite dissymétrie initiale rend un transistor conducteur. La Led s'allume et le condensateur proche se décharge. La tension monte sur la base de l'autre transistor et quand il conduit, le processus s'inverse.



Revenons à l'ampli à 2 étages. Bouclons la résistance du premier étage sur la sortie. Si le premier transistor est conducteur, le second est bloqué, et cette situation est stable. Si le premier transistor est bloqué, le second est conducteur, et c'est aussi stable. On a deux états stables que l'on peut changer en agissant sur les bases. C'est une mémoire de 1 bit. Avec 8 bits on a un byte (octet), élément de base des mémoires et ordinateurs.

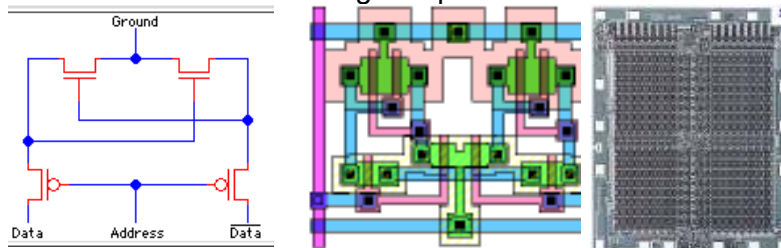


Le câblage proposé est donné ci-dessous. On a intérêt à mettre en évidence la symétrie du montage, ce qui oblige de faire attention à l'orientation du transistor.



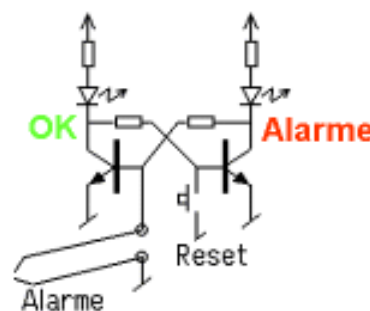
Le câblage a tout intérêt à montrer que l'on a 2 fois le même étage amplificateur

Les circuits mémoires remplacent les résistance par des transistors et les bits sont sélectionnés en x-y pour faciliter le câblage, qui se fait en déposant par évaporation sous vide des couches de métal, d'isolant et de dopant sur un grand disque de silicium pur, coupé en morceaux, testés, mis dans un boîtier



### 13- Alarme

Le schéma de la mémoire, dessiné ici symétriquement, peut mémoriser une condition non voulue. Avec le schéma ci-contre, une résistance inférieure à 1 kOhm déclenche l'alarme (résistances de 22k sur les bases).



Pour Jerome (12 ans)

<http://www.bricobot.ch/docs/BasesElectronique.pdf>

Utilisant les boites électroniques

[www.didel.com/Elec1.pdf](http://www.didel.com/Elec1.pdf) [www.didel.com/Elec2.pdf](http://www.didel.com/Elec2.pdf)

Pour comprendre les composants avant de les relier à un microcontrôleur

[www.didel.com/diduno/Composants01.pdf](http://www.didel.com/diduno/Composants01.pdf)