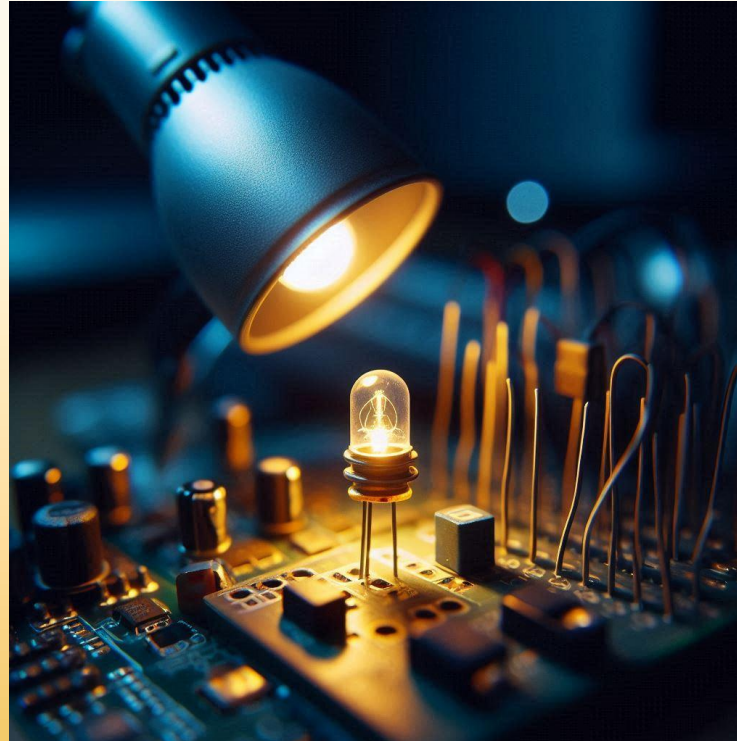


# TP 21 : Effet photoélectrique



Dans cette activité, on verra comment la détermination de la caractéristique d'une LED (évolution de l'intensité qui la traverse en fonction de la tension à ses bornes) permet de remonter aux propriétés du matériau qui la compose. On profitera de ce TP pour retravailler avec Arduino qui nous servira pour les prochains TP du chapitre

## Etape 1 : Remise en forme en sur Arduino

Le microcontrôleur Arduino permet de commander le fonctionnement de circuits électriques par le biais de la programmation. Son utilisation nécessite 2 étapes :

- La conception des mailles des circuits électriques : au lieu de créer un gros circuit comportant tous les dipôles en série et/ou dérivation, on crée autant de mailles qu'il y a de composants à commander. Chaque maille part soit d'une broche numérotée de la carte Arduino (de 2 à 13) soit de la broche 5V, comporte le(s) dipôle(s) en série, et termine sur une broche GND de la carte.
- La programmation : elle se rédige en trois parties :
  - Partie 1 : on indique par quels dipôles sont utilisées chacune des broches de la carte
  - Partie 2 (commence par void setup) : on indique si les dipôles sont des entrées ou des sorties (reçoivent ou émettent un signal)
  - Partie 3 (commence par void loop) : on indique ce que doit faire le circuit

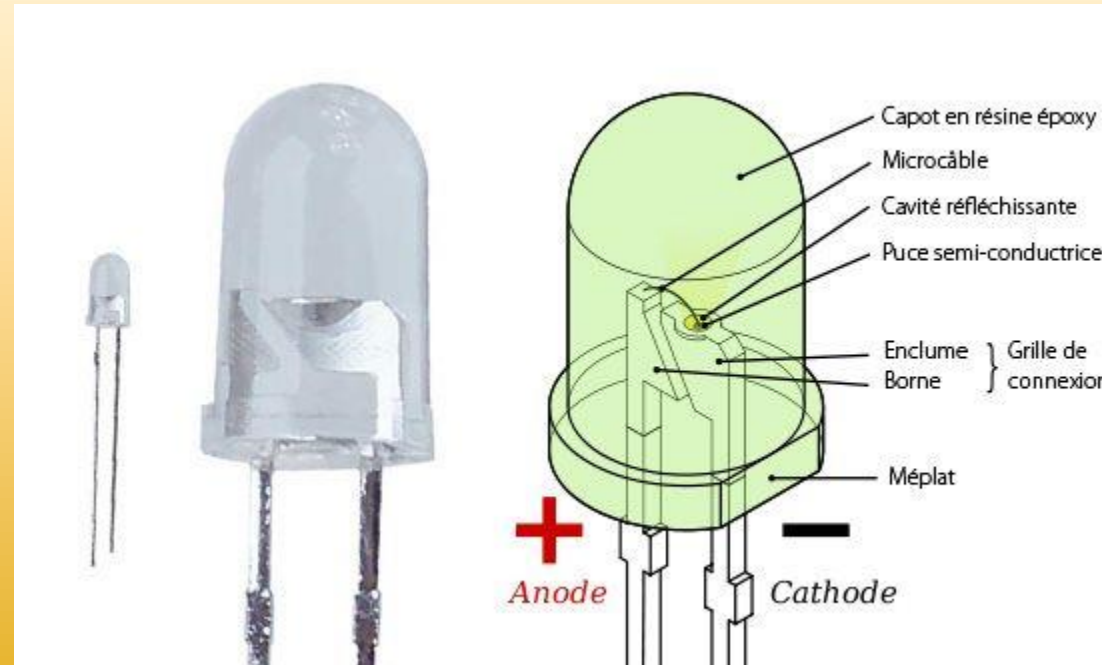
- Réaliser un montage Arduino comportant deux mailles, l'une contenant une LED suivie d'une résistance, et l'autre contenant un bouton poussoir (utiliser les pattes en diagonale).
- Ouvrir le programme Led\_Bouton et utiliser le document liste\_commandes\_arduino pour compléter les lignes 2, et faire en sorte que si on appuie sur le bouton, la LED s'allume
- Après avoir sélectionné votre carte (select Board), exécutez et testez votre programme.

## Etape 2 : Amélioration pour tracer la caractéristique de la LED

On va modifier légèrement le montage précédent pour pouvoir mesurer la tension aux bornes de la LED chaque fois qu'on appuie sur le bouton.

- Modifiez votre circuit électrique précédent pour que la LED soit alimentée en continu par du 5V et pour y placer un voltmètre (fil partant de la ligne de contact entre la LED et la résistance et arrivant à la broche A0 de la carte)
- Faites un schéma électrique de votre circuit
- Complétez le programme précédent pour y ajouter :
  - ✓ Dans la partie 1, définir ce qui est branché en A0, et définir une grandeur entière appelée « tension »
  - ✓ Dans la partie 2, ajouter une commande pour activer le moniteur (écran d'affichage)
  - ✓ Dans la partie 3, si on appuie sur le bouton, mesurer la tension, puis l'afficher dans le moniteur et retourner à la ligne. Attendre 1000ms avant de pouvoir reprendre une mesure
- Exécutez une première fois votre programme et vérifiez qu'il fonctionne

- ❑ A présent, vous allez devoir prendre une mesure de la tension dans le LED pour chacune des résistances à votre disposition. Complétez sur Capstone un tableau de mesure dans lequel vous ferez figurer deux colonnes : l'une indiquant la résistance, l'autre indiquant la tension mesurée par le programme
- ❑ La tension mesurée par le programme est donnée en valeur numérique. Pour la passer en volt, il suffit de savoir que 1024 en numérique représente 5V. Complétez votre tableau avec des colonnes bien choisies pour pouvoir tracer la courbe  $I = f(U)$  avec U en volt et I en Ampère.



## Etape 3 : Analyse

Une LED est, comme un panneau photovoltaïque, constituée de deux semi-conducteurs accolés, l'un dopé p (présentant un défaut d'électron) et l'autre dopé n (présentant un excès d'électrons).

Le passage d'un électron de la zone de type n à la zone de type p ne se produit que si cet électron possède une énergie minimale (notée  $E_{\text{gap}}$ ). Dans le cas d'une LED, cette énergie est fournie en appliquant une tension aux bornes de la LED. La tension minimale à appliquer pour faire fonctionner une LED, appelé tension de seuil  $U_{\text{seuil}}$ , est liée à l'énergie du gap par la relation :

$$E_{\text{gap}} = e \times U_{\text{seuil}} \text{ où } e \text{ représente la charge d'un électron } (e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$$

Une fois dans la zone p, l'électron peut retomber dans la zone n en libérant la même énergie sous forme de lumière. La longueur d'onde de la lumière émise est liée à l'énergie du gap par la relation :

$$E_{\text{gap}} = hc/\lambda, \text{ où } h \text{ représente la constante de Planck } (h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s})$$

- A partir de votre courbe précédente, déterminer la tension seuil sachant qu'elle se lit comme sur l'image ci-contre
- En déduire l'énergie du gap, puis la longueur d'onde d'émission de votre LED. Commenter le résultat obtenu.
- S'il reste du temps, reproduire l'expérience pour une LED d'une autre couleur et comparer vos résultats.

