

TP : Allumage automatisé des phares d'une voiture

• Objectifs :

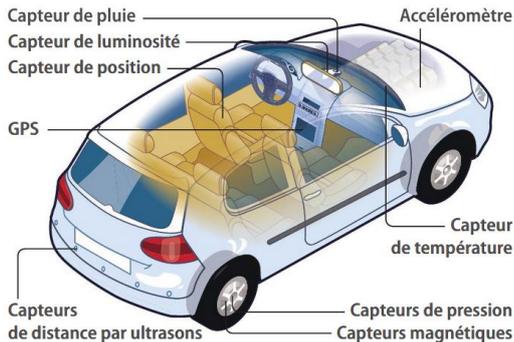
- Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur résistif.
- Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt.
- Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.



- Aller sur le site : <https://www.tinkercad.com/> qui permet de créer, simuler et tester des montages électriques.

- Dans ce TP, nous allons réaliser un dispositif permettant d'allumer automatiquement les phares d'une voiture lorsque la luminosité extérieure est trop faible.

Doc.1 : Une voiture et ses capteurs



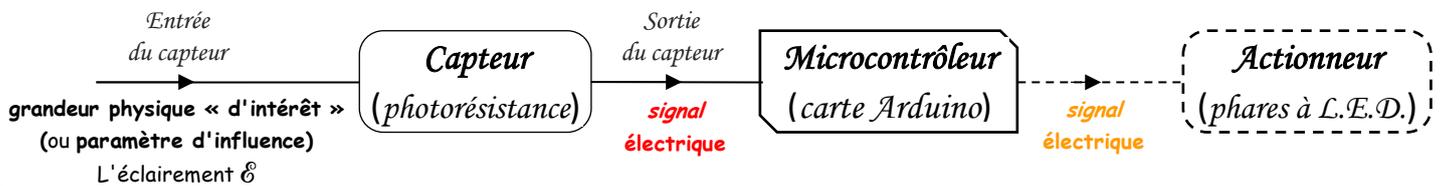
Doc.2 : Capteur de luminosité

La photorésistance est un capteur résistif dont la résistance dépend de l'éclairement.



Image (à gauche) et symbole normalisé (à droite) d'une **photorésistance**

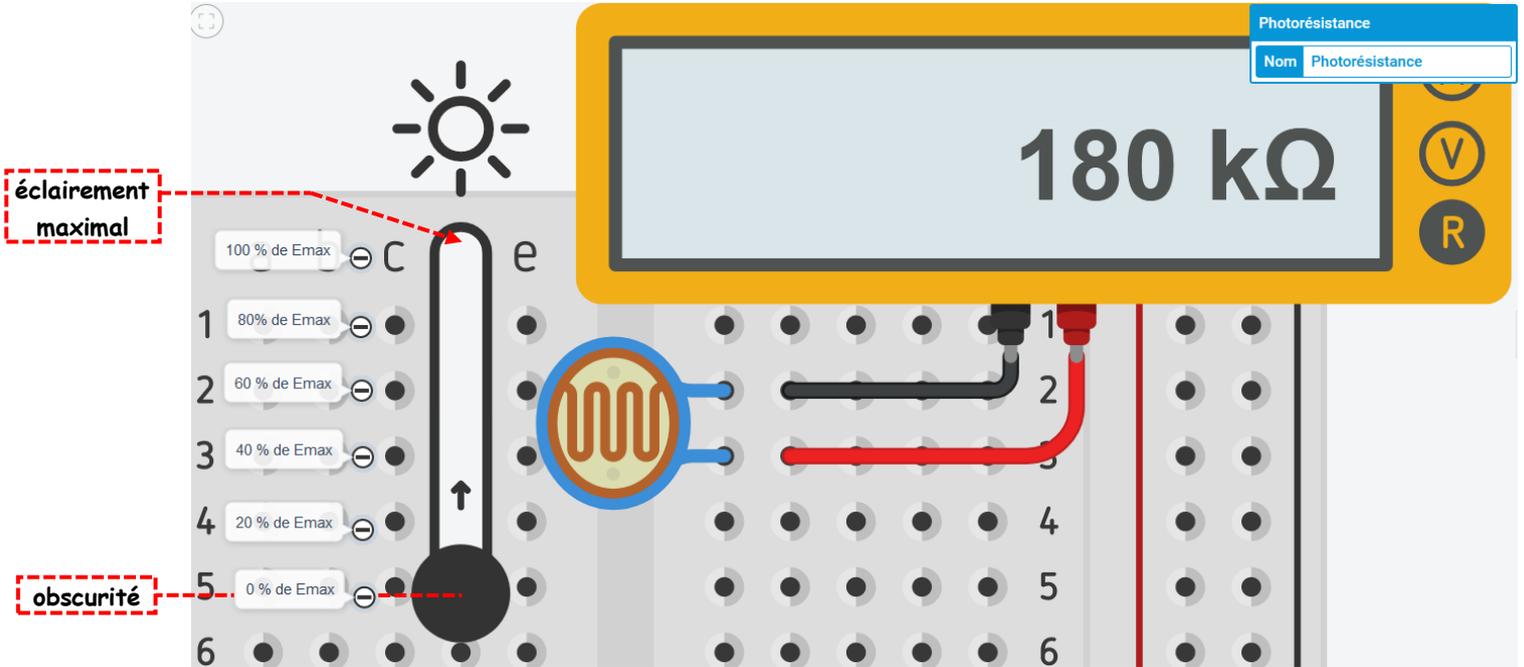
Doc.3 : Représentation schématique du dispositif d'allumage automatisé des phares de voiture



PARTIE A : ÉTALONNAGE D'UNE PHOTORÉSISTANCE

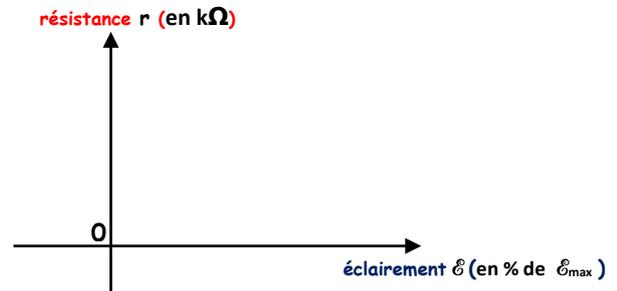
1/ Nous allons tracer la courbe d'étalonnage de la photorésistance. Pour cela :

- Brancher un multimètre (mode Ohmmètre) aux bornes de la photorésistance.
- **Zoomer au maximum** (comme sur l'image ci-dessous) et cliquer sur "**Démarrer la simulation**"
- **Cliquer sur la photorésistance** : un curseur permettant de faire varier la luminosité apparaît sur le côté de la photorésistance.
- Diviser la plage de variation de la luminosité en 5 intervalles à peu près identiques (*servez-vous des points de la platine comme indicateur*). Chaque intervalle correspondra approximativement à 20% de la luminosité maximale.



- Faire varier le curseur d'éclairage et compléter le tableau de mesures ci-dessous :

| éclairage \mathcal{E} (en % de \mathcal{E}_{\max}) | | résistance r de la photorésistance (en $k\Omega$) |
|------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------|
| 0 | % | 180 $k\Omega$ |
| 20 | % | $k\Omega$ |
| 40 | % | $k\Omega$ |
| 60 | % | $k\Omega$ |
| 80 | % | $k\Omega$ |
| 100 | % | $k\Omega$ |



- Sur papier millimétré ou à l'aide d'un logiciel comme **Excel** ou **Libre Office Calc**, recopier le tableau de mesure et tracer la **courbe d'étalonnage** donnant la variation de la résistance r (en $k\Omega$) en fonction de l'éclairage \mathcal{E} (en % de \mathcal{E}_{\max}).

 → Ne pas tenir compte de la valeur de la résistance r dans l'obscurité pour ne pas avoir de souci d'échelle sur l'axe vertical...

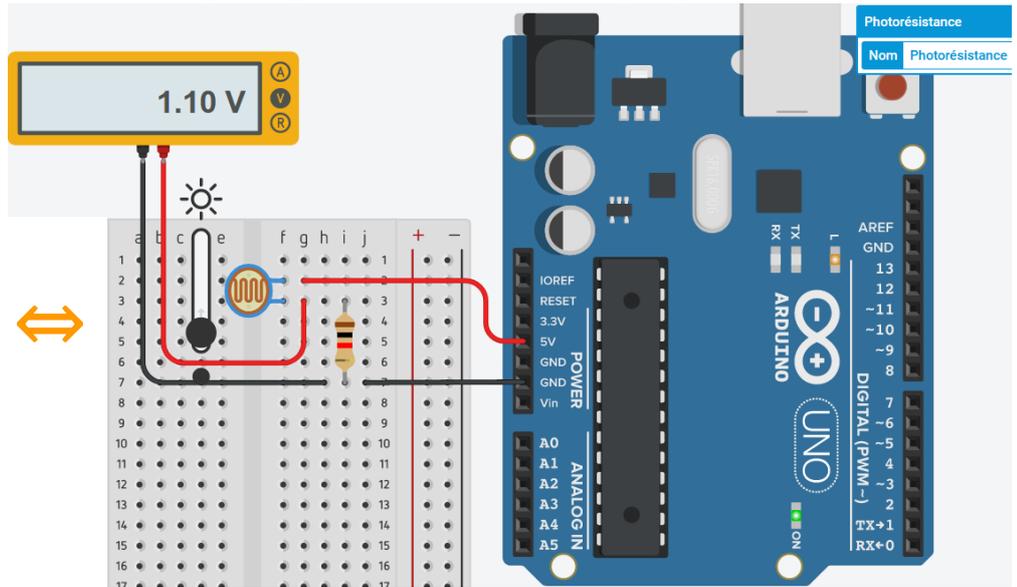
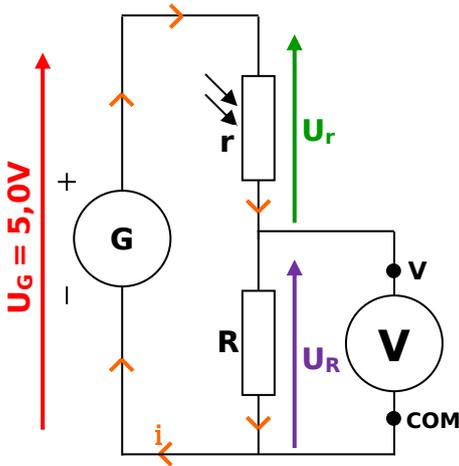
2/ En utilisant la courbe d'étalonnage tracée précédemment (une « Roue de Secours » est disponible à la fin du sujet si vous n'avez pas réussi à obtenir cette courbe d'étalonnage), déterminer la résistance r de la photorésistance lorsque $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} / 2$.

PARTIE B : ALLUMAGE AUTOMATISÉ DES PHARES D'UNE VOITURE

→ Test du circuit de détection de la luminosité



(N'oubliez pas de Cliquer sur "Démarrer la simulation", puis Cliquer sur la photorésistance pour que le curseur permettant de faire varier la luminosité s'affiche...)



On rappelle que, dans le cas du pont diviseur de tension ci-dessus : $U_R = \frac{R}{R+r} \times U_G$

3/ En utilisant la relation du pont diviseur de tension, vérifier qu'en se plaçant à $\theta_{\max} / 2$ et en choisissant un résistor dont la résistance R vaut $1,0 \text{ k}\Omega$, la tension aux bornes du résistor vaut : $U_R = \frac{U_G}{2}$

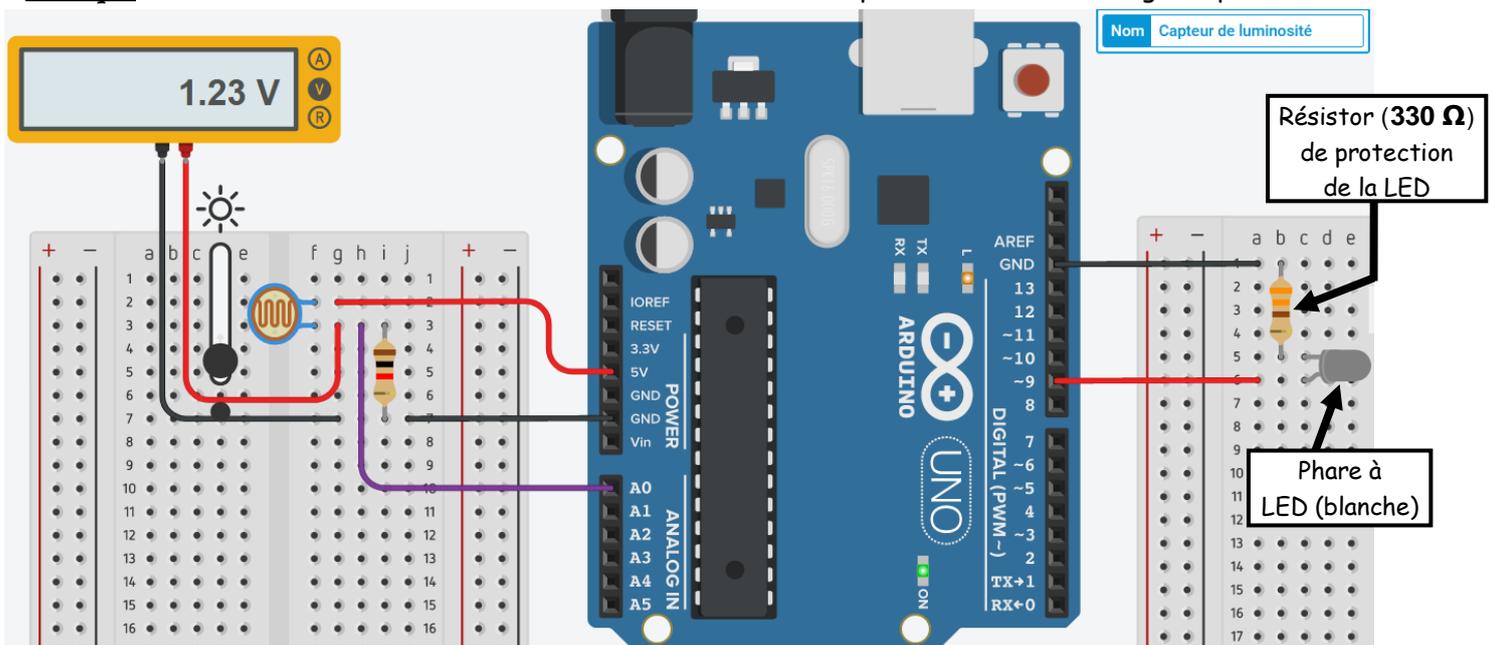
4/ Sur le logiciel **Tinkercad**, réaliser le circuit de détection de la luminosité ci-DESSUS et vérifier son fonctionnement:

lorsque $\theta < \theta_{\max} / 2$, $U_R < 2,5 \text{ V}$ et lorsque $\theta > \theta_{\max} / 2$, $U_R > 2,5 \text{ V}$

→ Utilisation du microcontrôleur ARDUINO pour commander un actionneur

5/ Sur le logiciel **Tinkercad**, compléter le montage précédent en y ajoutant le circuit de commande des phares à LED de notre voiture comme sur l'image ci-dessous :

Remarque : La broche de sortie ~9 de la carte **Arduino** sera utilisée pour actionner l'allumage du phare à LED.



6/ Dans l'onglet "Code", sélectionner "Texte", puis recopier le programme ci-dessous (vous pouvez faire un "Copier-Coller") :

```
// définition des variables
int Tension_en_binaire=0; //utilisation de la broche A0 (en entrée) pour recueillir une valeur de tension qui sera écrite en binaire
float Tension; //valeur de la tension en Volt à l'issue du pont diviseur de tension (entrée A0)
int LED=9; //utilisation de la broche ~9 (en sortie) pour commander l'allumage d'un phare à LED

// partie d'initialisation
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // connexion carte-ordinateur
  pinMode(LED,OUTPUT); // la LED en sortie (broche ~9) sera commandée par la carte ARDUINO
}

// partie de commande du phare
void loop()
{
  Tension=analogRead(Tension_en_binaire)*5.0/1023; //lit, puis affiche la valeur de la tension en Volt au niveau de la broche d'entrée A0
  Serial.println(Tension);
  delay (200); //attendre 200ms entre deux mesures de tension successives

  if (Tension < 3.0) //choix de la tension de seuil d'allumage/d'extinction du phare à LED : ici 3,0V
  {
    digitalWrite(LED,HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(LED,LOW);
  }
}
```

Explication de la partie "commande du phare" du programme ci-dessus :

Le microcontrôleur ARDUINO compare la tension U_R qu'il reçoit sur la broche A0 à une tension U_{seuil} dite "tension de seuil".

- Si $U_R < U_{\text{seuil}}$ (=la luminosité est trop faible), alors le microcontrôleur commande l'allumage des phares à LED
- Sinon: $U_R > U_{\text{seuil}}$ (=la luminosité est suffisante), alors le microcontrôleur commande l'extinction des phares à LED

7/ Cliquer sur l'onglet "Démarrer la simulation", puis cliquer sur la photorésistance et faire varier le curseur de luminosité. Vérifier que le microcontrôleur commande bien l'allumage de la LED comme expliqué ci-dessus.

A quelle tension de seuil le phare à LED s'allume-t-il / s'éteint-t-il ?

8/ On veut que le phare s'allume lorsque la luminosité devient inférieure à la moitié de la luminosité maximale: $\mathcal{E} < \mathcal{E}_{\text{max}} / 2$

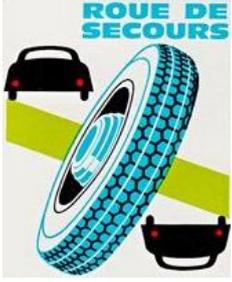
Cette condition est-elle vérifiée avec le programme actuel ? Si non, "Arrêter la simulation", puis modifier la valeur de la tension de seuil du programme (en vous aidant de la PARTIE A) pour que la LED ne s'allume que si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_{\text{max}} / 2$.

Faire une nouvelle simulation pour tester à nouveau votre programme : vérifier que la LED s'allume si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_{\text{max}} / 2$ et vérifier qu'elle s'éteint si $\mathcal{E} > \mathcal{E}_{\text{max}} / 2$.

9/ On voudrait désormais que le phare à LED de notre voiture ne s'allume que si la luminosité ne devient inférieure au tiers de la luminosité maximale : $\mathcal{E} < \mathcal{E}_{\text{max}} / 3$ (= 33% de \mathcal{E}_{max}).

En vous aidant de la courbe d'étalonnage tracée à la PARTIE A (ou éventuellement de la « Roue de Secours » en fin de sujet), déterminer la nouvelle tension de seuil à indiquer dans le programme pour que la LED ne s'allume que si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_{\text{max}} / 3$.

Modifier la valeur de la tension de seuil dans le programme et faites à nouveau une simulation pour vérifier que le phare fonctionne bien dans les conditions souhaitées.



La « Roue de Secours » ...

Pour ceux qui « seraient en panne », voici une « Roue de Secours » qui vous permettra de poursuivre le TP. Elle n'est utile que pour répondre aux questions N°2, N°8 et N°9.

