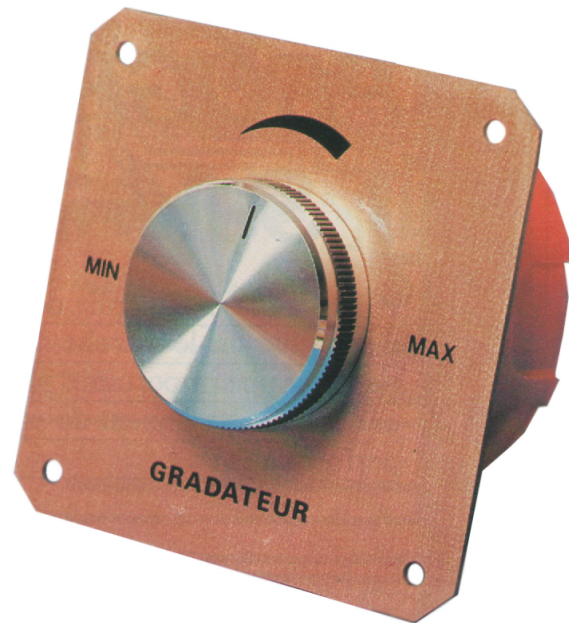


Nom : .....

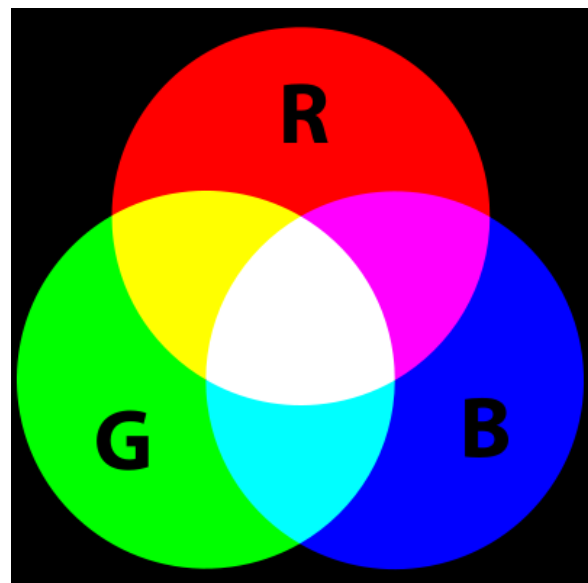
# GRADATEUR ET SYNTHÈSE DE COULEUR

Un gradateur est un système électrique destiné à faire varier la puissance délivrée à un appareil, souvent un éclairage (projecteurs de scène, par exemple). C'est donc un dispositif d'électronique de puissance qui fonctionne en faisant varier la tension et le courant de sortie. Ainsi, il modifie la puissance utile appliquée à l'appareil qu'il alimente. En électronique de puissance, on nomme l'appareil qui reçoit la puissance électrique la charge.

Un particularité du gradateur est de diminuer la puissance délivrée à la charge en comparaison d'un circuit sans gradateur. Dans les situations réelles, ce dispositif est utilisé sur des tensions alternatives (souvent sinusoïdales) : c'est un convertisseur direct alternatif-alternatif. Ceci étant précisé, dans le cadre de ce sujet, le gradateur étudié fonctionne en courant continu.



Dans ce TP, nous allons mixer toutes les couleurs d'une LED RGB.



1 Quelles sont les trois couleurs des trois types de cônes de la rétine humaine ?

.....

2 Pour que l'oeil humain voit la couleur blanche, quels cônes faut-il exciter ?

.....

3 Pour que l'oeil humain voit la couleur jaune, quels cônes faut-il exciter ?

.....

4 Dans un écran, chaque pixel est composé de trois couleurs. Lesquelles ?

5 De quoi sont composées les couleurs blanches et noires ?

## PRINCIPE DU GRADATEUR

La PWM, abréviation de Pulse Width Modulation<sup>1</sup>, est une technique utilisée pour coder le niveau du signal analogique en signaux numériques. Un ordinateur ne peut pas fournir de tension analogique : il ne peut seulement fournir des valeurs de tensions numériques telles que 0V ou 5V (et aucune autres valeurs).

Pour coder un niveau de signal analogique précis, le principe consiste à moduler le rapport cyclique des impulsions PWM.

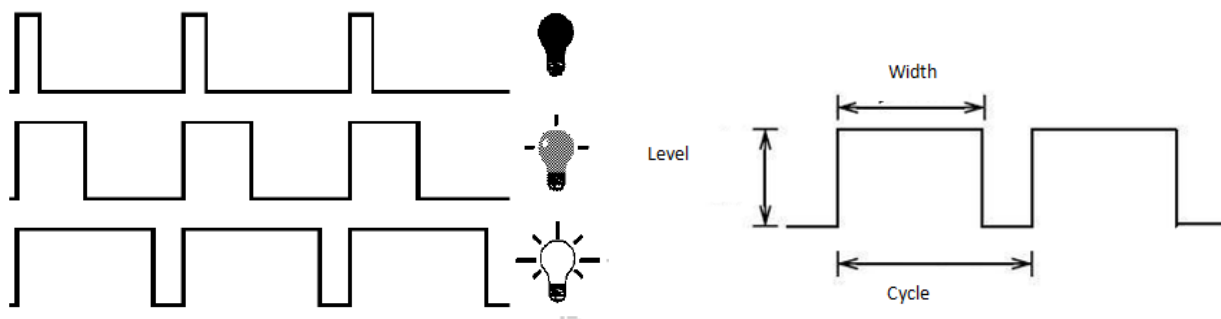


Figure 1: Principe général la modulation de largeur d'impulsion, ou Pulse Wave Modulation. La largeur de l'impulsion est simplement la largeur du créneau sur la figure, elle est exprimé en seconde. Le rapport cyclique est lui sans unité et varie entre 0 et 1. Il représente la fraction de temps où la tension est à sa valeur haute. Si le signal est la moitié du temps à la valeur haute, le rapport cyclique vaut 0,5. S'il est tout le temps haut, il vaut 1. Il vaut 0 s'il est tout le temps bas.

6 Dans la figure 2, combien d'impulsions sont représentées pour les trois cas de figures ?

7 Est-ce que les impulsions ont lieu à la même fréquence ?

8 Quel est le lien (l'équation) entre la fréquence et la période (ou le cycle) d'un signal ?

9 Quel paramètre de l'impulsion varie entre chaque cas de figure ? S'aider de la terminologie du titre de la figure pour répondre.

10 Si la largeur d'impulsion est nulle, c'est à dire qu'elle fait 0% du cycle, la tension délivrée est constamment à 0V. Cela revient à appliquer une tension continue de 0 V.

Si la largeur de l'impulsion fait 100% du cycle, comment est la tension de sortie ? Quelle tension cela

<sup>1</sup>modulation de la largeur d'impulsion

revient-il à appliquer ?

11 En principe, un simple composant permet de hacher ainsi la tension. Lequel ?

La valeur de la tension de sortie est calculée via le temps d'activation et de désactivation. Tension de sortie = (temps d'activation / temps d'impulsion) \* valeur de tension maximale.

$$V_{OUT} = \frac{T_{ON}}{T_{cycle}} \cdot V_{IN}$$

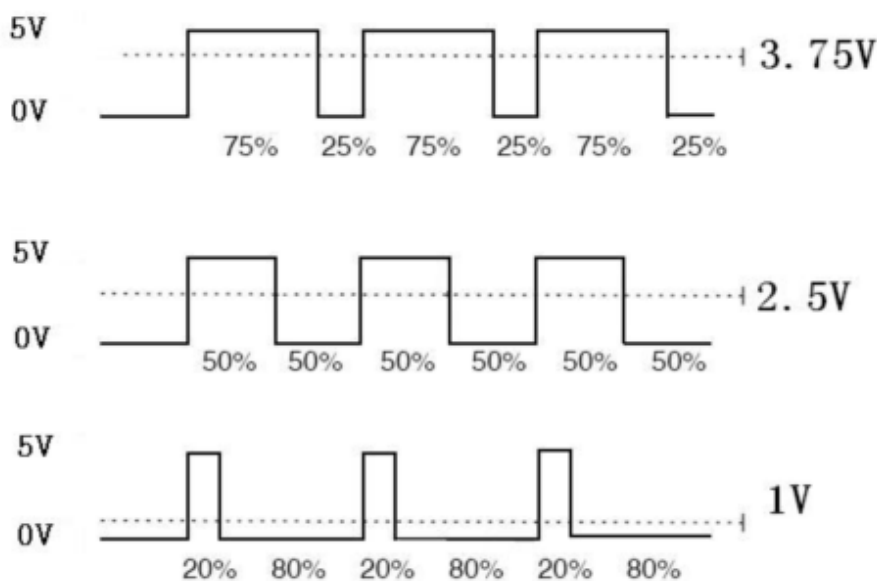


Figure 2: Principe général la modulation de largeur d'impulsion, ou Pulse Wave Modulation.

12 Retrouver l'application numérique qui a permis de calculer que la tension de sortie valait 3,75 Volt dans le premier cas de figure.

13 Retrouver l'application numérique qui a permis de calculer que la tension de sortie valait 2,5 Volt dans le deuxième cas de figure.

14 Retrouver l'application numérique qui a permis de calculer que la tension de sortie valait 1 Volt dans le troisième cas de figure

15 Le microcontrôleur de la carte arduino UNO permet de générer 6 PWM. Sur quelles broches de la carte sont elles branchées ?

16 Réaliser le montage de la figure 3.

17 Implémenter le code suivant :

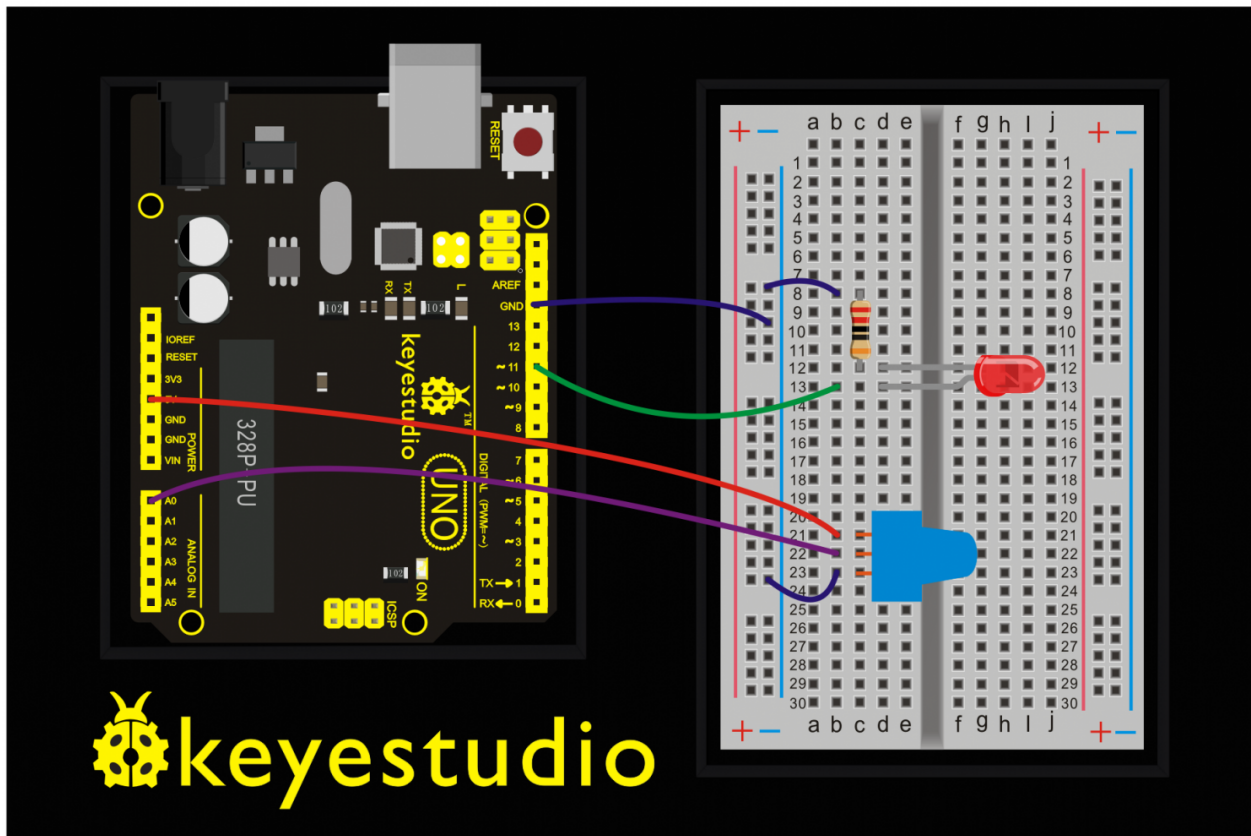


Figure 3: Montage à réaliser pour tester le fonctionnement en gradateur

```

1 int potpin=0; // initialize analog pin 0
2 int ledpin=11; // initialize digital pin 11 (PWM output)
3 int val=0; // Temporarily store variables' value from the sensor
4
5 void setup() {
6     // define digital pin 11 as "output"
7     pinMode(ledpin,OUTPUT);
8     // set baud rate at 9600
9     Serial.begin(9600);
10    // attention: for analog ports, they are automatically set up as "input"
11 }
12
13 void loop() {
14     // read the analog value from the sensor and assign it to val
15     val=analogRead(potpin);
16     // display value of val
17     Serial.println(val);
18     // turn on LED and set up brightness (maximum output of PWM is 255)
19     analogWrite(ledpin, val/4);
20     // wait for 0.01 second
21     delay(10);
22 }

```

### Constatation professeur :

18 Quelle est la fonction de la pin 0 ?

19] Quelle est la fonction de la pin 11 ?

.....

20] Lors que la tension appliquée à la pin potpin est 0V, quelle est la valeur retournée par la fonction `analogRead(potpin);` ? <sup>2</sup>

.....

21] Lors que la tension appliquée à la pin potpin est 5V, quelle est la valeur retournée par la fonction `analogRead(potpin);` ?

.....

22] Lors que la tension appliquée à la pin potpin est 2,5V, quelle est la valeur retournée par la fonction `analogRead(potpin);` ?

.....

23] Un potentiomètre est un bel exemple d'un circuit branchant deux résistances en série. Quel est le nom de ce montage ? Quel est la formule associée à ce montage ?

.....

24] Ainsi, pour avoir 2,5V au point milieu d'un potentiomètre dont la résistance totale est de 10 k $\Omega$ , quel doivent être les valeurs des deux résistances ? Vérifiez le résultat grâce à la formule ci-dessus.

.....

25] Ainsi, pour avoir 1V au point milieu d'un potentiomètre dont la résistance totale est de 10 k $\Omega$ , quel doivent être les valeurs des deux résistances ? Vérifiez le résultat grâce à la formule ci-dessus.

.....

26] Ouvrez le terminal série de l'environnement arduino et observez la valeur `val` évoluer alors que vous faites varier le potentiomètre. Prenez un multimètre et vérifiez que la valeur mesurée codée sur 8 bits correspond à la valeur mesurée avec un voltmètre (pour deux ou trois valeurs). Précisez le calcul de la conversion analogique numérique dans les lignes ci-dessous pour deux réglages différents du potentiomètre.

.....

.....

.....

.....

---

<sup>2</sup>Comme le codage est 8 bits, les valeurs à la sortie du convertisseur analogique numérique sont comprises en 0 et  $2^8 - 1 = 1023$

# TROIS GRADATEURS POUR 3 COULEURS

27 Réaliser le circuit la figure 4.

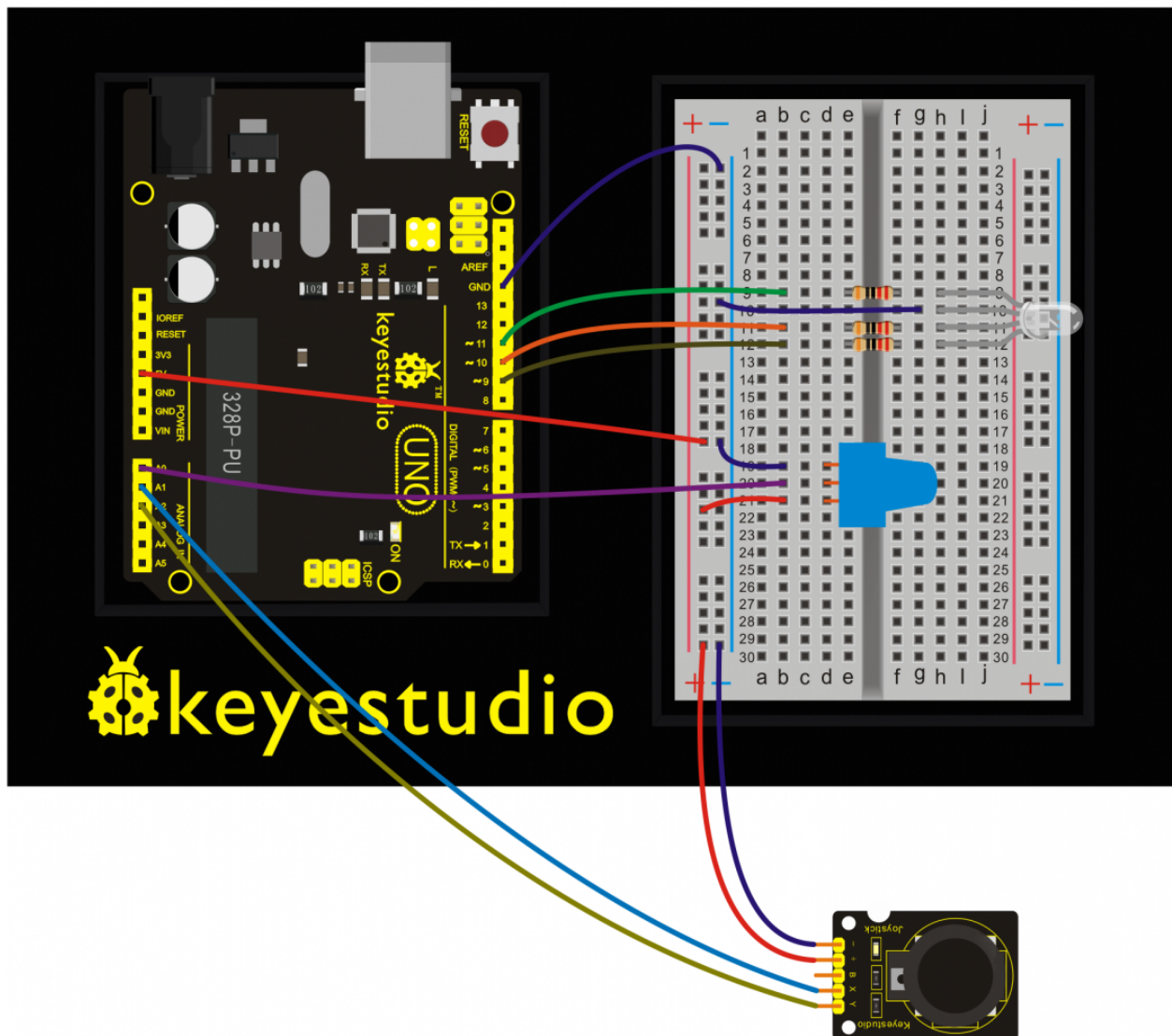


Figure 4: Montage à réaliser pour varier la couleur émise d'une LED RGB.

**28** Implémenter le code suivant et tester le montage. Une meilleure appréciation de la couleur est obtenue en mettant une feuille de papier blanc juste au dessus de la LED.

```
1 int redpin = 11;
2 int greenpin =10;
3 int bluepin =9;
4
5 int value1;
6 int value2;
7 int value3;
8
9 void setup() {
10     pinMode(redpin , OUTPUT);
11     pinMode(bluepin , OUTPUT);
12     pinMode(greenpin , OUTPUT);
```

```
13 Serial.begin(9600);
14 }
15
16 void loop() {
17   value1=map( analogRead(0),0,1023,0,255);
18   value2=map( analogRead(1),0,1023,0,255);
19   value3=map( analogRead(2),0,1023,0,255);
20   analogWrite(11, value1);
21   Serial.print("value1=_");
22   Serial.println(value1);
23   delay(100);
24   analogWrite(10, value2);
25   Serial.print("value2=_");
26   Serial.println(value2);
27   delay(100);
28   analogWrite(9, value3);
29   Serial.print("value3=_");
30   Serial.println(value3);
31   delay(100);
32 }
```

**Constatation professeur :**

29 Que fait la fonction map() ? <sup>3</sup>

.....

.....

.....

30 Quelles entrées du programme sont lues ? Avec quelles fonctions ?

.....

.....

.....

.....

31 Quelles sorties sont écrites ? Avec quelles fonctions ?

.....

.....

.....

.....

32 Quelles valeurs sont lues sur le terminal arduino pour obtenir du jaune ?

.....

33 Quelles valeurs sont lues sur le terminal arduino pour obtenir du magenta ?

.....

<sup>3</sup>Trouver la documentation officielle de cette fonction et recopier la description

34 Quelles valeurs sont lues sur le terminal arduino pour obtenir du cyan ?

.....

35 Comment obtenir du jaune de plus faible intensité ?

.....

36 Plutôt que d'avoir du mal avec les potentiomètres pour avoir exactement la couleur désirée, que pouvez-vous plutôt faire ?

.....

37 Implémentez l'idée décrite ci-dessous et écrivez ci-dessous les lignes du code source que vous avez ajouté :

.....

.....

.....

.....

**Constatation professeur :**