Interaction Homme Machine - Microcontrôleurs

Introduction

Une interface Homme Machine est une interface permettant d'**interagir avec une machine**. Elle peut se faire à l'aide de **microcontrôleurs**.

Le principe de base des microcontrôleurs repose sur l'inclusion dans le même boîtier du microprocesseur et de divers périphériques, de manière à avoir **un composant autonome**.

Le microcontrôleurs sont des **circuits intégrés** qui **rassemblent les éléments essentiels** d'un ordinateur : processeur, mémoires (mémoire morte et mémoire vive), unités périphériques et interfaces d'entrées-sorties.

Par rapport à des systèmes électroniques à base de microprocesseurs et autres composants séparés, les microcontrôleurs permettent de **diminuer la taille**, **la consommation électrique** et le **coût des produits**. Par contre, ils ont une une vitesse de fonctionnement plus faible.

Les microcontrôleurs sont fréquemment utilisés dans les **systèmes embarqués**, pour effectuer une tâche particulière en temps réel, comme les contrôleurs des moteurs automobiles, les télécommandes, les appareils de bureau, l'électroménager, les jouets, la téléphonie mobile, etc. Ces systèmes sont constitués d'une **carte programmable**, de **capteurs** et d'**actionneurs**.

Ci-dessous, deux exemples de cartes avec microcontrôleurs, connectiques d'entrées/sorties et alimentation :

Les **capteurs** permettent de connaître l'environnement, **envoient des données à la carte**, réagissent en fonction d'un phénomène physique (la température, la luminosité...).

Les **actionneurs** produisent un phénomène physique (lumière, son...), ils agissent sur un système pour en **modifier le comportement**.

Présentation d'Arduino

Nous allons travailler avec une **carte arduino uno**.

L'avantage de cette carte est que le **matériel est libre**, et qu'il y a beaucoup d'utilisateurs de part le monde. Ainsi on trouve énormément de documentation sur son utilisation.

Arduino propose toute une gamme de cartes, suivant l'usage que l'on veut en faire, ainsi que tout le matériel nécessaire pour créer toute sortes de systèmes permettant par exemple de contrôler des éclairages, de piloter des robots, de créer un détecteur de mouvement ou une station météo...

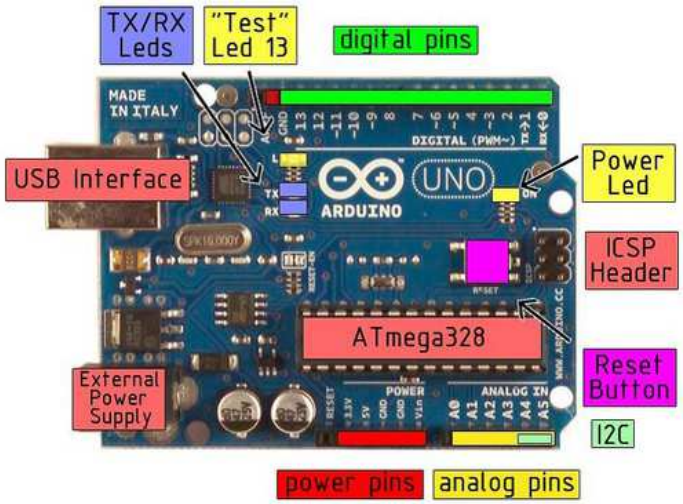
Pour travailler il faut donc le **matériel** (hardware) et un **logiciel** (le software).

★ Nous utiliserons un simulateur pour le matériel, celui du site :

https ://www.tinkercard.com

Vous pouvez si vous le souhaitez, vous procurer une carte pour essayer de faire les expériences vous-même ; on trouve facilement des kits de démarrage complets à bas prix. Le matériel arduino est lui-même un peu cher, mais on peut trouver d'autres marques qui fournissent le même matériel comme Quimat ou Elegoo à un prix plus bas.

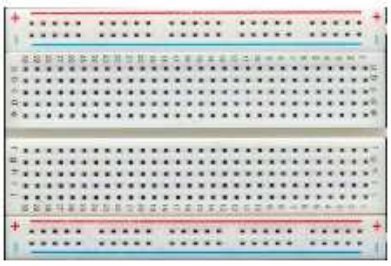
Dans un premier temps on va découvrir la **carte Arduino**, avec le schéma ci-dessous :

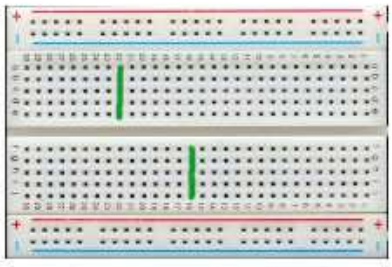


Il y a entre autre :

- une **prise USB** afin de brancher la carte à l'ordinateur ;
- une prise pour l'**alimentation** extérieur (pile) ;
- le **microcontrôleur**, ici l'ATmega328 ;
- des **broches digitales** d'entrées/sorties (pins) qui peuvent émettre ou recevoir une valeur numérique binaire et des **broches analogiques** qui peuvent émettre une valeur numérique entière comprise entre 0 et 1023.
- des **Leds** de contrôle : TX/RX (clignotent lorsque la carte communique avec l'ordinateur), Test (permet de faire des tests sans autre matériel) et Power (s'allume quand la carte est alimentée)

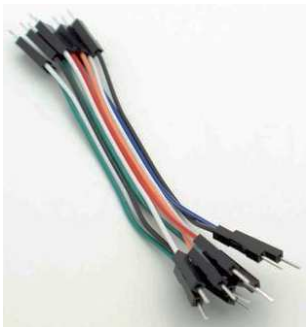
Pour pouvoir tester différents systèmes, on utilise une **Breadboad** :



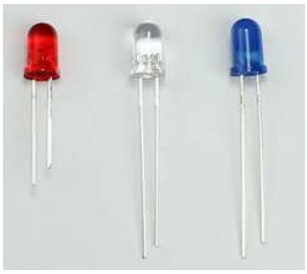


On placera les composants dans les trous, ce qui évitera d'avoir à les souder. En effet, ceux-ci sont reliés entre eux, mais attention, pas de n'importe quelle façon ! Sur la photo de droite, on voit que pour la partie centrale, les trous d'une même colonne sont reliés entre eux ; de plus les trous des lignes + d'une part et - d'autre part sont également reliées.

Ensuite il faut des **fils de connexion** ou **jumpers** :



Enfin, on peut utiliser des composants très divers tels que des **leds**, des **résistances**, des **boutons pressoir**, des **potentiomètre**, des **servo-moteurs**, des **capteurs** de température, de luminosité...



★ Le **logiciel** s'appelle également **Arduino**. C'est un **IDE** (environnement de développement) permettant d'écrire un programme dans un langage basé sur le langage de programmation C. Celui-ci est ensuite **compilé** (traduit de façon à être compris par la carte), puis **envoyé à la carte**, afin qu'elle puisse l'exécuter.

La carte exécutera le programme **tant qu'elle sera alimentée** en électricité.

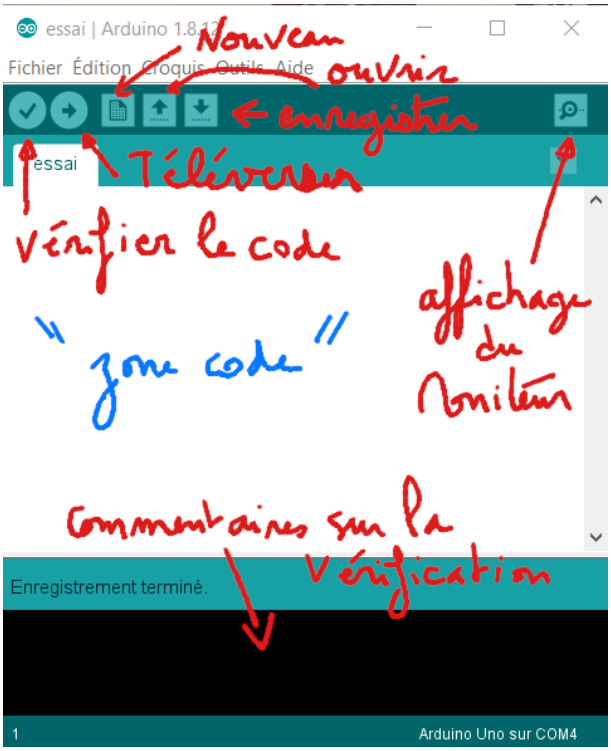
Vous trouverez le logiciel **Arduino** sur le site officiel :

https ://www.arduino.cc/en/Main/Software

TP 1 : Découverte de la Lumière

1. **Télécharger l'IDE Arduino** correspondant à votre système d'exploitation, puis installez-le.
2. Lancez le logiciel :

   Si vous voulez utiliser une vraie carte, il vous faudra **indiquer son type** dans le menu : *Outils/Type de carte*. De plus, il faudra indiquer sur quel **port de communication** vous brancherez la carte dans le menu : *Outils/Choix du port*.



Les icônes :

Vérifier : lorsque l'on a tapé le code, le logiciel vérifie qu'il est fonctionnel.

Téléverser : c'est l'action d'envoyer le code à la carte.

Nouveau : ouvre une nouvelle fenêtre.

Ouvrir : permet d'ouvrir un ancien code ou les exemples Arduino.

Enregistrer : permet de sauvegarder le code.

La loupe : permet d'ouvrir un moniteur où l'on peut lire les données reçues par la carte.

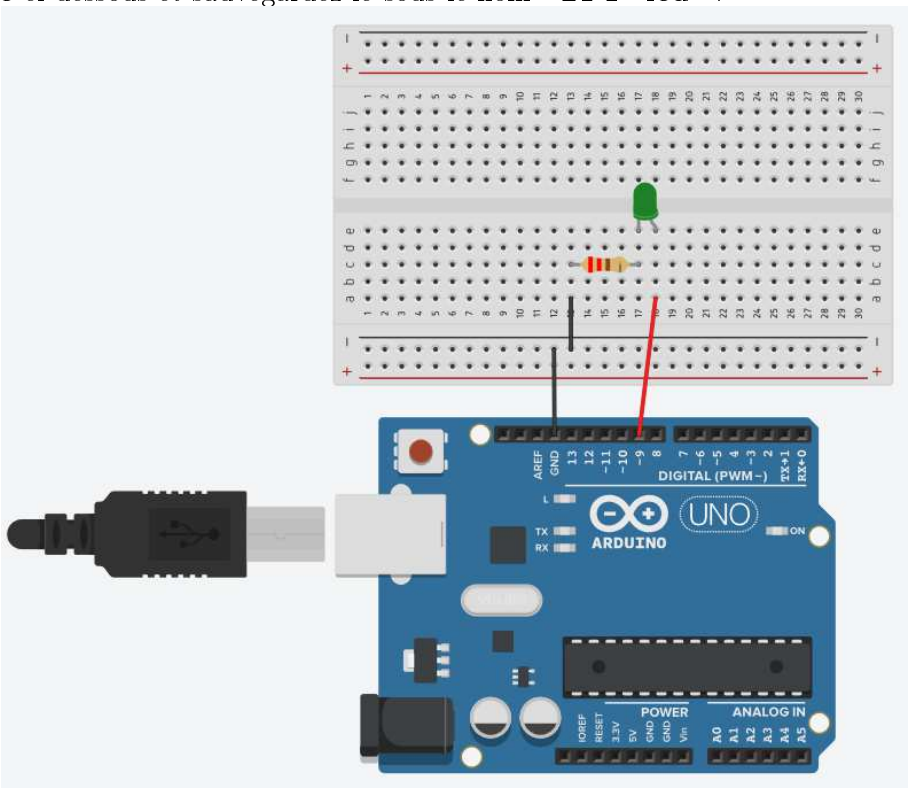
3. **Recopiez le code** suivant, sans les commentaires signalés par le symbole //. Sauvegardez-le et vérifiez-le.

```
// On stocke la valeur 9 dans la variable "led", pour indiquer que la
   led se trouve sur la broche 9 (pin)
// La variable "led" est une contante : c''est un nombre entier (int)
   égal à 9
const int led = 9;

// la fonction setup() est exécutée lorsque l'on alimente la carte ou
   que le bouton reset est pressé
void setup() {
  // indique que la broche de la led 9 est une sortie
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// le code dans cette fonction est exécuté en boucle tant que la carte
   est alimentée
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // allumer la led (tension 5V sur la broche)
  delay(1000);             // attendre 1000ms = 1s
  digitalWrite(led, LOW);  // éteindre la LED (tension 0V sur la broche)
  delay(1000);             // attendre à nouveau 1s
}
```

4. Rendez-vous sur le site de simulation **tinkercard**. Pour cela, je vous donne accès à une classe où nous pourrons partager nos travaux, grâce au lien ci-dessous. Vous devrez juste utiliser le pseudo que je vous ai communiqué pour y accéder.

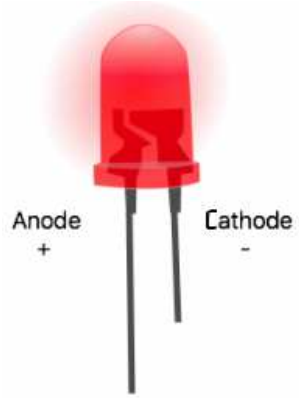
   https ://www.tinkercad.com/joinclass/A4GN54UC2BSD

5. Faites **le montage** ci-dessous et sauvegardez-le sous le nom **"TP1 led"** :



Remarques :

- il y a un sens pour **brancher les leds** :



la **broche GND** représente la terre (0 Volt), elle est relié au moins (-) de la led ; le plus (+) est relié à la **broche** 9 ;

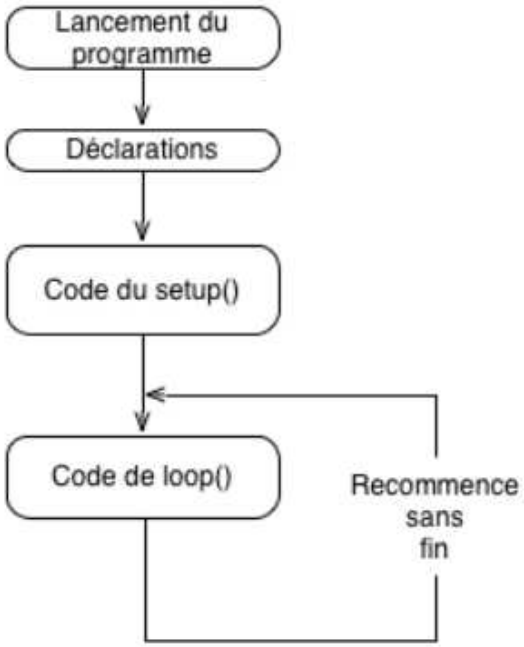
- on insère une **résistance** pour ne pas griller la led ; entre 100 et 1000 Ω = 1 $k\Omega$ (ohms) pour notre led (plus la résistance est élevée et moins l'intensité de la lampe est forte) ;

- la vitesse d'exécution du programme est trop rapide pour être perçue à l'oeil nu, c'est pour cela que l'on utilise la fonction **delay()**, qui permet de faire une pause dans l'exécution des instructions du code.

6. Collez le code précédent dans le simulateur et **lancez la simulation**.

   Remarque : Si rien ne se passe, vérifiez vos branchements !

7. **Structure de base d'un programme Arduino** :



On commence par **déclarer les variables**, en spécifiant leur **type**, puis dans la fonction **setup()**, on indique si ce sont des **entrées** (INPUT) ou des **sorties** (OUTPUT), on les **initialise**...

Les **commentaires** s'écrivent avec le symbole //.

TP 2 : Guirlande de led

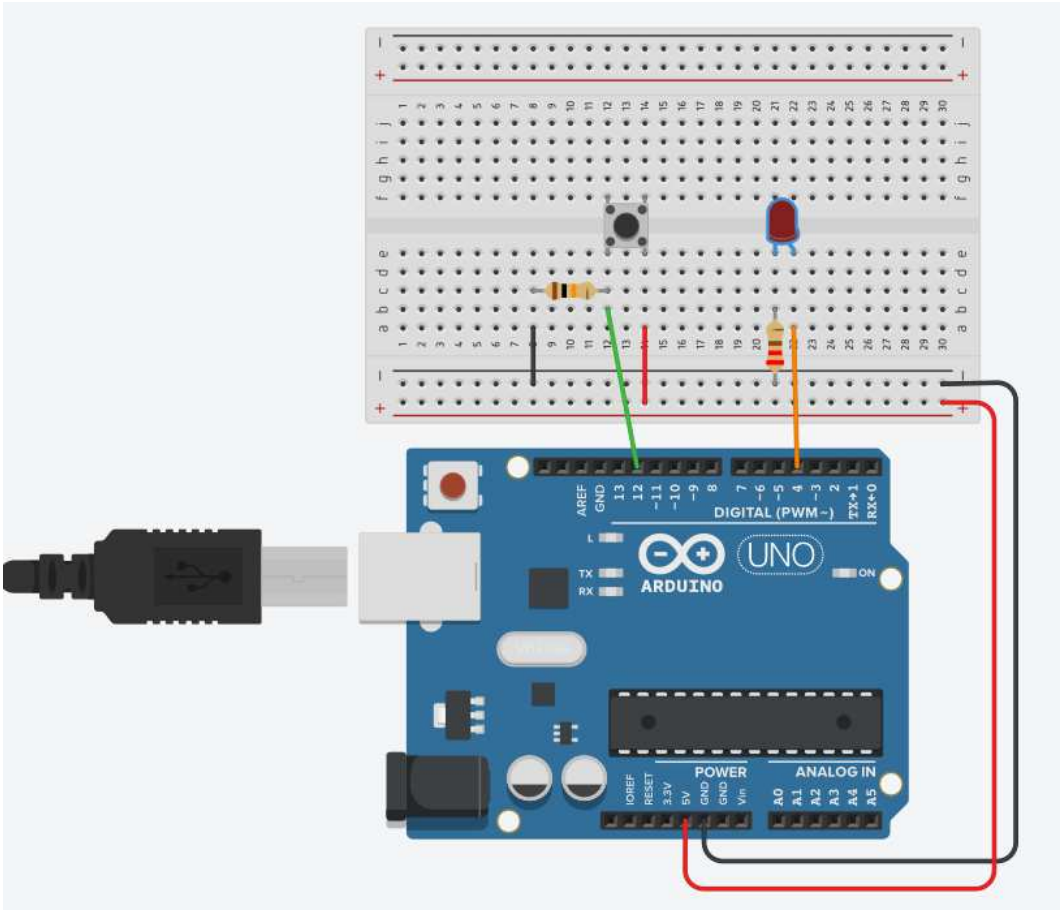
Á vous maintenant !

1. Vous devez modifier le montage précédent pour mettre 5 leds de différentes couleurs en ligne.
   Vous les connecterez sur les broches de 7 à 11.
2. Maintenant, écrivez un premier programme pour que les leds s'allument, les unes après les autres (1 seule restant allumée à la fois).
3. Modifiez votre programme, pour que les leds s'allument toutes les unes après les autres, et restent allumées ; puis, lorsque les 5 leds sont allumées, elles devront s'éteindre l'une après l'autre.

TP 3 : Interrupteur

Nous allons utiliser un bouton pressoir, afin d'avoir un interrupteur pour allumer une led.

1. Reproduisez le montage ci-dessous :



Remarques :

- le bouton est un dipôle, les pattes sont reliées deux par deux
- on utilise une résistance de 10 $k\Omega$ pour ce bouton.

2. Copiez le code suivant :

```
const int led = 4;        //on branche a led sur la broche 4
const int bouton = 12;    //on branche le bouton sur la broche 12
boolean etatBouton = 0; //on crée une variable booléenne pour les deux
   état du bouton : pressé (0) ou relâché (1)

void setup() {
  //indique que la broche de la led est une sortie
  pinMode(led, OUTPUT);
  //indique que la broche du boutton est une entrée
  pinMode(bouton, INPUT);
  //au départ la led est éteinte
  digitalWrite(led, LOW);
}

void loop() {
  //on lit l'état du bouton (préssé ou ralâché)
  etatBouton = digitalRead(bouton);
  if  (etatBouton == 1){    //si le bouton est pressé on allume la led
   pendant une seconde, puis on l'éteint
     digitalWrite(led, HIGH);
     delay(1000);
     digitalWrite(led, LOW);
  }
  delay(1000);              //on laisse un délais d'une seconde pour avoir
    le temps de relâcher le bouton
}
```

3. Lancez la simulation, appuyez sur le bouton !

Remarques :

- par moment, il faut appuyer un peu plus longtemps pour déclencher l'allumage ;
- la syntaxe de la condition (si, alors, sinon) :

```
if  (condition 1) {
  //action si la condition 1 est vérifiée
}
else if (condition 2) {
    //action si la condition 1 n'est pas vérifiée mais que la 2 l'est
}
else {
    //action si aucune des deux conditions n'est vérifiée
}
```

4. On peut utiliser le **moniteur** pour **afficher la valeur de la variable etatBouton**, en ajoutant les lignes suivantes au code :

```
void setup() {
  //on initialise la communication
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  //après avoir lu la valeur de la variable, on l'affiche sur le
   moniteur
  Serial.println(etatBouton);
}
```

Après avoir ajouté ces lignes à votre programme, lancez la simulation, en laissant la fenêtre **code** ouverte ; en bas ouvrez le **moniteur série**.

Remarques :

- Le moniteur permet de lire les valeurs reçues par la carte ;

- Si l'on veut compter le nombre de pressions sur le bouton, cela pose problème car la fonction loop() va trop vite, le temps de relâcher le bouton, l'incrémentation se fait plusieurs fois au lieu d'une.

Pour contourner ce problème, on utilise une variable supplémentaire qui garde en mémoire l'état précédent du bouton :

si l'on appui sur le bouton et que l'état était à 0, il passe à 1 ; s'il était à 1, il passe à 0.

5. On veut créer un vrai **interrupteur** : la led reste allumée tant que l'on n'a pas à nouveau pressé sur le bouton.

Modifiez votre code, en tenant compte de la remarque précédente. Ajoutez une variable "etatAllumage", que vous afficherez également sur le moniteur, et testez le code.

TP 4 : Clignotement accéléré

La syntaxe d'une boucle Pour :

```
for (int i = 0; i <= 10; i = i + 1){
   //code à répéter
}
```

On **initialise** la variable i (en précisant sont type !) qui va servir de compteur ; on indique ensuite la **condition à tester** pour continuer ou non la répétition de la boucle ; enfin on indique l'**action sur le compteur** à chaque tour de boucle.

Dans l'exemple, i est un entier qui prend les valeurs de 0 à 10 inclus, en augmentant de 1 à chaque tour.

1. Reprenez le montage du TP 1.
2. Programmez la led pour quelle clignote de plus en plus vite puis s'éteigne pendant 2 secondes.

   Pour cela, pensez à utiliser la boucle Pour.

TP 5 : Son et lumière

Les **capteurs analogiques** peuvent distinguer tout un panel d'états et les convertir en une valeur numérique exploitable dans nos programmes.

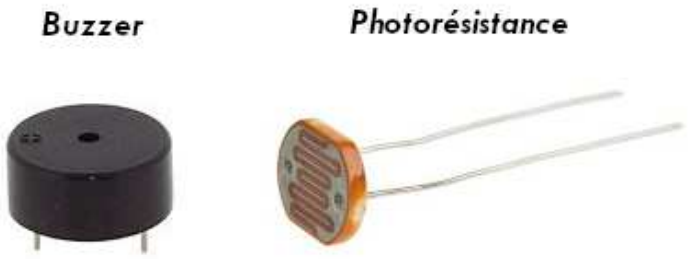
Par exemple, une **photorésistance** dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière reçue ; ou bien un **potentiomètre** dont la résistance varie en fonction de la position d'un curseur...

Ces capteurs sont reliés aux broches analogiques $A0$ ... $A5$.

En effet celles-ci peuvent émettre ou recevoir des valeurs entières comprises entre 0 et 1023, alors que les broches digitales ne peuvent émettre ou recevoir que des valeurs binaires.

Le **buzzer piézoélectrique** transforme l'impulsion électrique envoyée par une broche en une onde sonore de fréquence identique et audible.

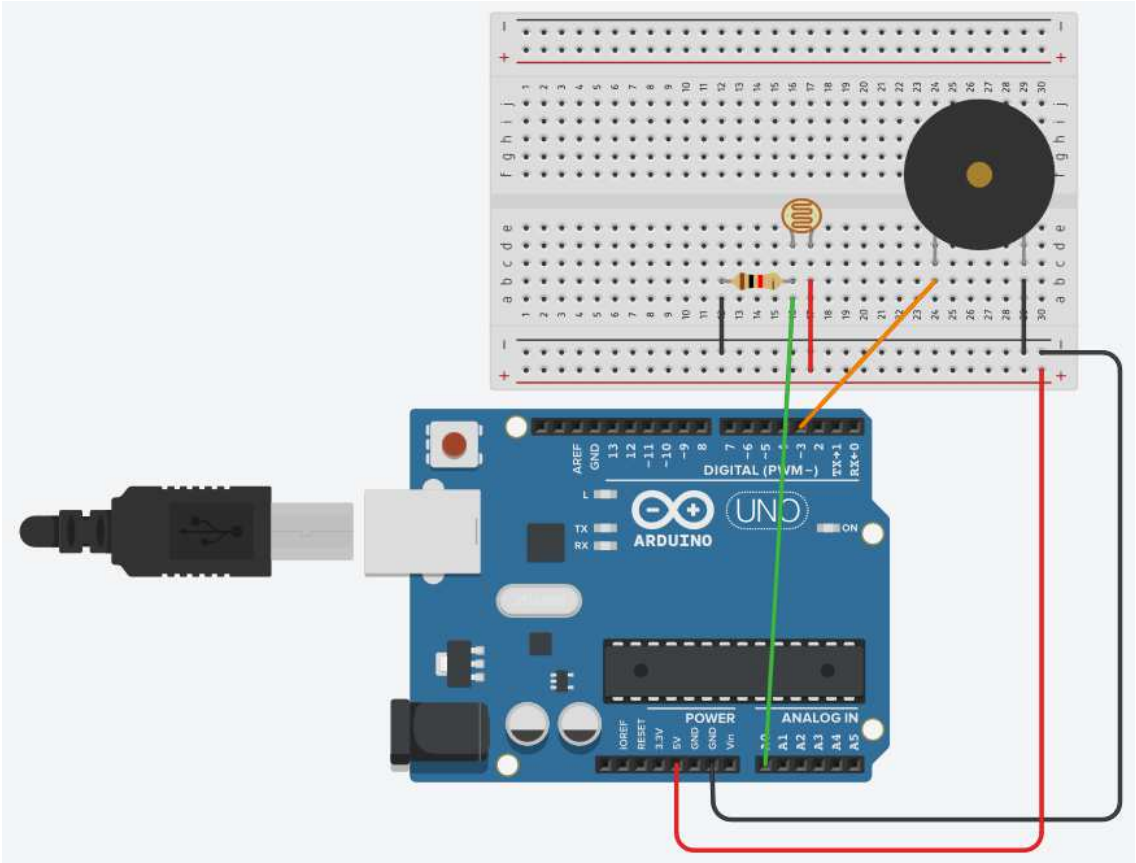
Nous allons utiliser le buzzer piézoélectrique, et faire varier le son qu'il émet en fonction de l'intensité lumineuse reçue par une photorésistance.



1. Reproduisez le montage ci-dessous :

   La photorésistance est reliée à la broche 3 et le buzzer à la broche A0.

   On utilise une résistance de 1 kΩ pour la photorésistance.



2. Copiez le code suivant :

```
const int buzzer = 3;       //numéro de la broche à laquelle est
   connectée le buzzer
const int photoResistance = A0;  //numéro de la broche à laquelle est
   connecté la photorésistance

int sensorValue = 0;           // Valeur lue sur la photorésistance
int outputValue = 0;           // Valeur envoyée au buzzer

void setup() {
  // Initialise la communication avec l'ordinateur
  Serial.begin(9600);
  // Indique que la broche 3 est une sortie :
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  // Indique que la broche A0 est une entrée :
  pinMode(photoResistance, INPUT);
}

void loop() {
  // lit la valeur de la photorésistance et
  // stocke le résultat dans sensorValue :
  sensorValue = analogRead(photoResistance);
  // change sensorValue vers une intervalle de 50 à 30 000 Hz
  // et stocke le résultat dans outputValue :
  outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 50, 30000);
  // envoie de cette nouvelle valeur sur le buzzer
  tone(buzzer, outputValue);
```

```
  // affiche les valeurs sur le moniteur
  Serial.print("photoresistance = " );
  Serial.print(sensorValue);
  Serial.println("Frequence Buzzer = ");
  Serial.println(outputValue);
}
```

Remarques :

- la photorésistance nécessite une résistance de 1 $k\Omega$.

- la fonction **analogRead()** permet de lire l'état d'une broche analogique

- le fonction **map()** permet de renvoyer une valeur numérique proportionnelle à la tension reçue.

Il faut transformer une valeur numérique entière comprise entre 0 et 1023 envoyée par la broche analogique en une intensité comprise entre 50 à 30 000 Hz lisible par le buzzer ;

- la fonction **tone()** envoie la nouvelle valeur vers le buzzer.

3. Lancez la simulation, et faite varier la lumière en cliquant sur le capteur pour faire apparaître un curseur.

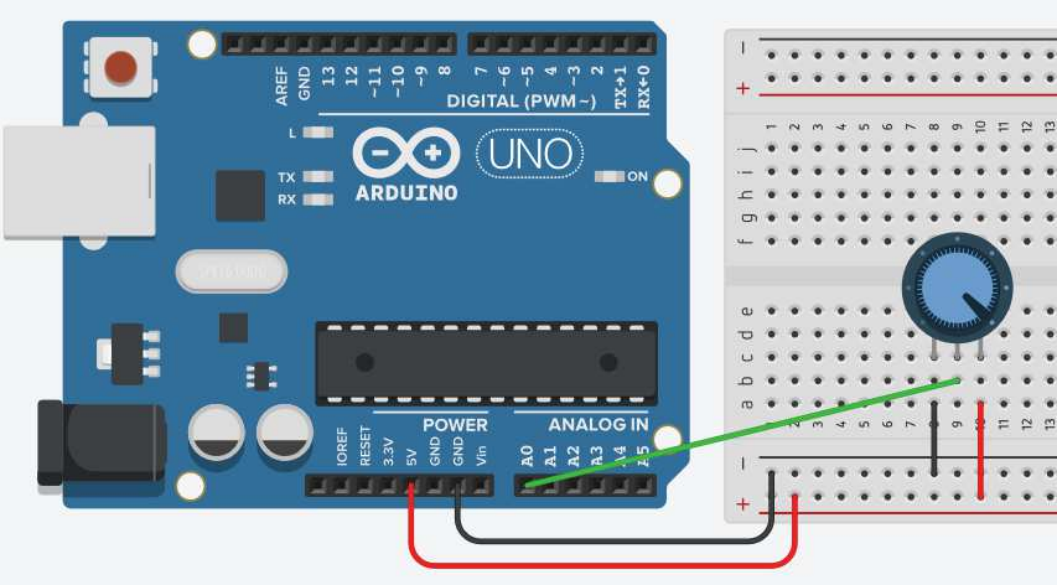
TP 6 : Son et lumière (suite)

On veut cette fois utiliser un potentiomètre et une led.

L'idée est de faire clignoter la led plus ou moins rapidement en fonction de la position du curseur sur le potentiomètre.

Le potentiomètre envoie des valeurs de 0 à 1023 à la carte ; on va découper cet intervalle en 5 : de 0 à 204, de 205 à 409 , de 410 à 614 ; de 615 à 809, et de 810 à 1023, et pour chaque intervalle vous allez choisir une vitesse de clignotement pour la led.

- Voici un schéma montrant comment brancher le potentiomètre :



1. Commencez par faire le montage ci-dessus et testez le potentiomètre en affichant les valeurs qu'il envoie à la carte sur le moniteur.
2. Ajoutez la led et testez-la en la faisant clignoter toutes les secondes.
3. Écrivez un programme permettant de faire clignoter la led plus ou moins vite lorsque l'on tourne le curseur du potentiomètre et testez-le !

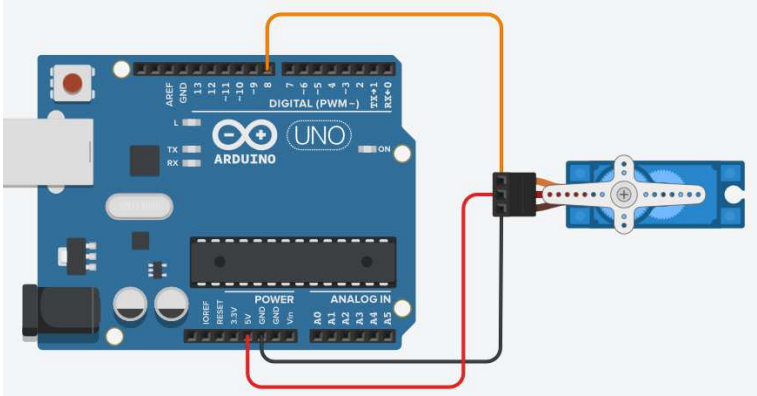
TP 7 : Et ça bouge

On va utiliser un **servo-moteur** afin de donner du mouvement à nos montages.

Un servo-moteur est constitué d'**un moteur** qui entraine des **engrenages** afin de faire **tourner un axe**.

Nous utiliserons un axe dont la rotation se fait de 0 à 180 degrés.

Pour **brancher un servo-moteur**, on relie le fil noir (ou marron) à **la terre** (GND), le fil rouge à **l'alimentation** (5V) et le troisième fil est connecté à **une sortie numérique** de l'Arduino (broches 0 à 13).



Pour programmer facilement un servo-moteur, il existe une **bibliothèque spécifique**, qui fourni un certain nombre de fonctions prêtes à l'emploi : la bibliothèque **Servo**.

Nous avons déjà utilisé la bibliothèque **Serial**, qui est inclue dans Aduino. Elle nous a permis d'afficher des valeurs sur le moniteur.

Par contre, la bibliothèque **Servo** doit être **appelée** dans le programme. Ensuite on **crée un objet** qui représentera notre servo-moteur et sur lequel utilisera les fonctions de la bibliothèque.

Voici le code de base :

```
//on appelle la bibliothèque
#include <Servo.h>
//on crée notre objet servo-moteur
Servo monMoteur;

void setup() {
  //on rattache notre moteur à la broche 4
  monMoteur.attach(4);
  //on indique l'angle (ici 90°) de la rotation de l'axe
  monMoteur.write(angle);
}
```

1. Commencez par monter un servo-moteur sur la carte Arduino.
2. Puis faites un programme pour le tester : faites en sorte que l'axe tourne de 0° à 179°, avec une pause de 2 secondes lorsqu'il atteint ces positions.

Remarque :
Pour éviter de griller le moteur, on s'arrête 179°, au lieu d'aller jusqu'à 180°.

TP 8 : On pilote !

Vous devez faire un montage comportant un potentiomètre et un servo-moteur.

Vous devez écrire un programme permettant de faire tourner l'axe du servo-moteur en utilisant le potentiomètre.

TP 9 : Moteurs CC

Un moteur qui peut tourner indéfiniment dans un sens ou dans l'autre est un **moteur à courant continu** (moteur CC).

Il est constitué d'un axe et de deux pattes qui seront reliées, l'une à l'alimentation, l'autre à la terre.

Le problème est que ce moteur envoi des tensions peu contrôlables quand il tourne (parasites) et lorsqu'il s'arrête, il envoi encore du courant vers la carte Arduino et peut l'endommager.

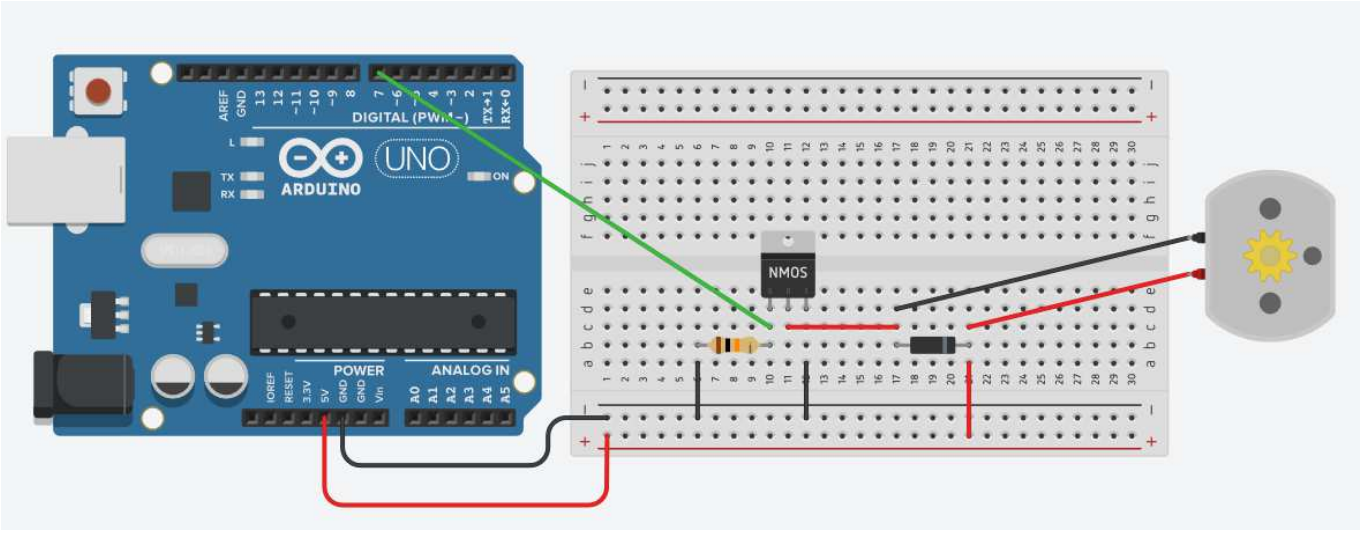
Pour empêcher cela on utilise un **transistor Mofset (canal N)** comme interrupteur pour le moteur.

Ce transistor possède trois pattes :

- le **Gate** qui commande le transistor et est relié à la carte ;
- le **Drain** relié au moteur ;
- la **Source** reliée à la terre (gnd).

On ajoute également une **diode schottky** pour empêcher tout retour de courant et freiner le moteur, et une résistance de 10 $k\Omega$.

1. Reproduisez le montage ci-dessous.



2. Voici le code permettant de faire fonctionner le moteur. Recopiez-le et testez votre montage.

```
int pinMoteur = 7;  //connection du transistor
void setup(){
  pinMode(pinMoteur,OUTPUT);
  digitalWrite(pinMoteur,LOW);  //le moteur est à l'arrêt au départ
}
void loop(){
  digitalWrite(pinMoteur,HIGH); //le moteur tourne pendant 1 s
  delay(1000);
  digitalWrite(pinMoteur,LOW); //le moteur est à l'arrêt pendant 1 s
  delay(1000);
}
```

Remarques :

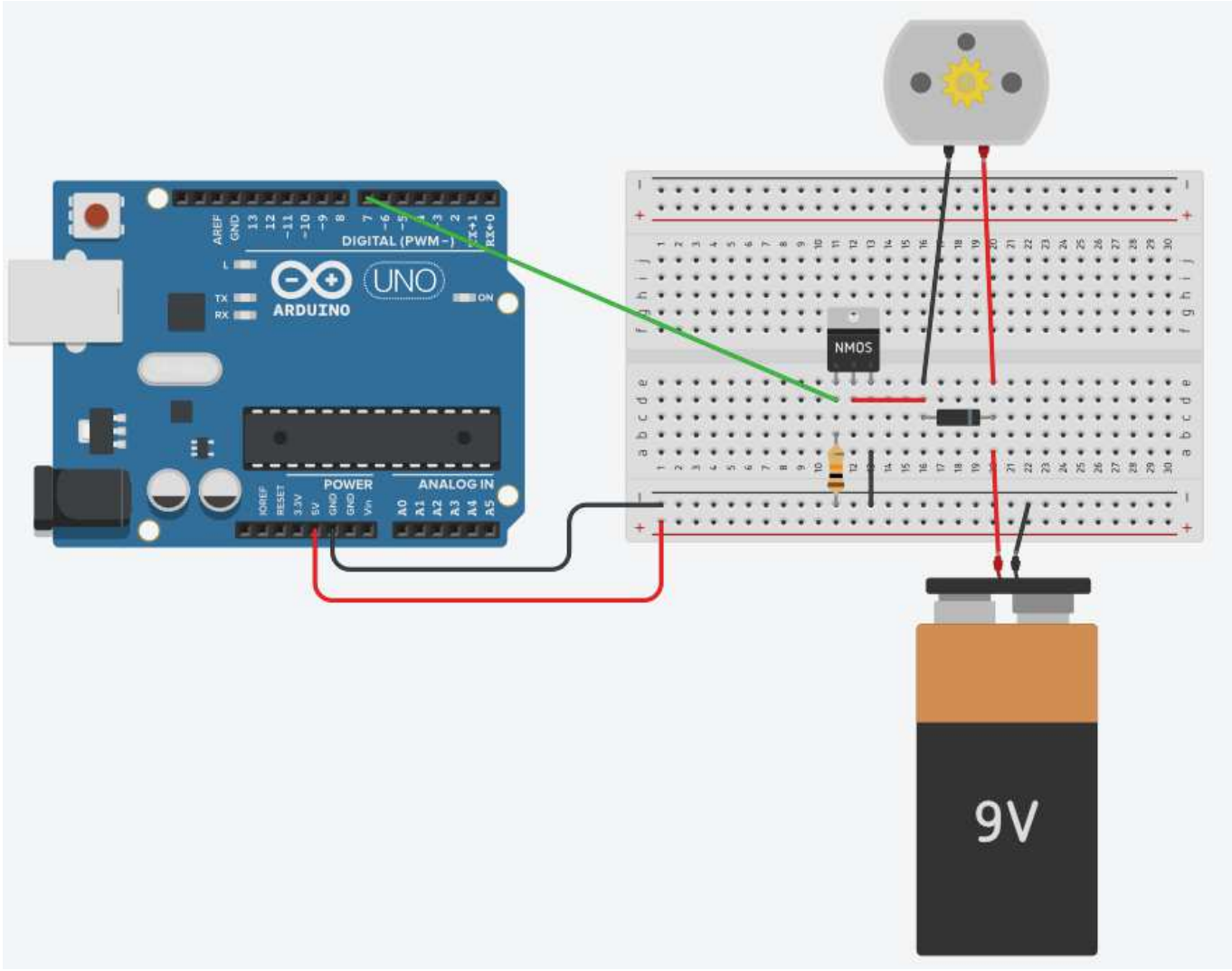
- On peut inverser les branchements du moteur, il tournera dans l'autre sens. Par contre la diode ne laissant passer le courant que dans un sens, elle doit être branchée correctement.

- On peut remarquer que le moteur ne s'arrête pas immédiatement, il est freiné progressivement.

- Il est préférable, pour la protéger, de **séparer l'alimentation de la carte Arduino de celle du moteur**, c'est à dire le circuit de commande et le circuit de puissance. Cela permet d'envoyer une tension faible au circuit de commande et d'alimenter la partie puissance avec des tensions plus fortes.

(On connectera le - de la pile au gnd de la carte Arduino.)

3. Modifiez votre montage comme indiqué ci-dessous :



4. On peut faire **varier la vitesse** de rotation du moteur grâce à certaines broches digitales : les **PWM (Pulse Width Modulation)** qui envoient des tensions intermédiaires entre 0 et 5 Volts. Ces broches comportent le symbole ∼. Il s'agit des broches 11, 10, 9, 6 , 5 et 3.

On peut ainsi envoyer **une valeur allant de 0 à 255**, 255 correspondant à la vitesse maximale du moteur, avec la fonction **analogWrite(numBroche,valeur) ;**.

Remarque :

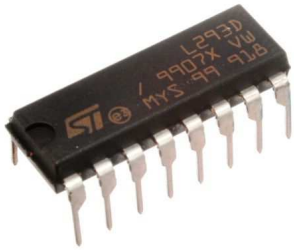
Avec une vitesse réduite, le moteur sera relancé par à-coups.

Modifiez le code de votre programme en introduisant une **variable vitesse**, initialisée à 0, et faites en sorte que celle-ci augmente régulièrement.

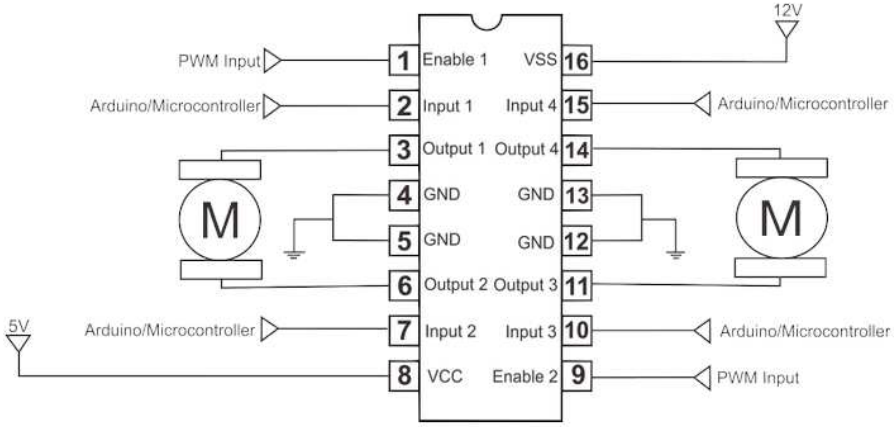
Votre moteur devra **tourner à la vitesse indiquée pendant 2 secondes**, pour chaque nouvelle valeur de la variable.

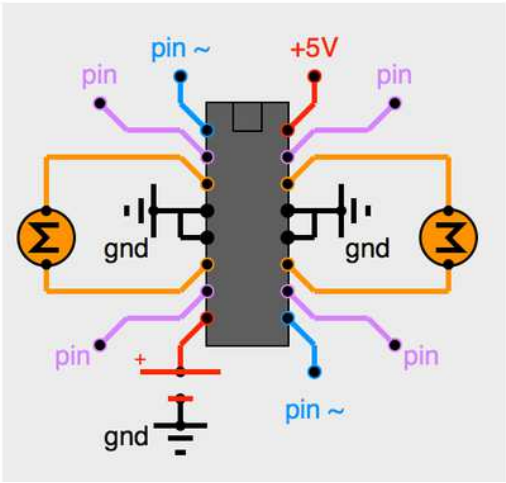
5. Jusqu'ici le moteur ne tourne que dans un sens. Pour qu'il puisse **tourner dans les deux sens**, on utilise un **pont en H**. Celui-ci permettra également de **contrôler l'arrêt du moteur**.

   Une puce électronique permet de simplifier ce type de montage : la **L293D**.

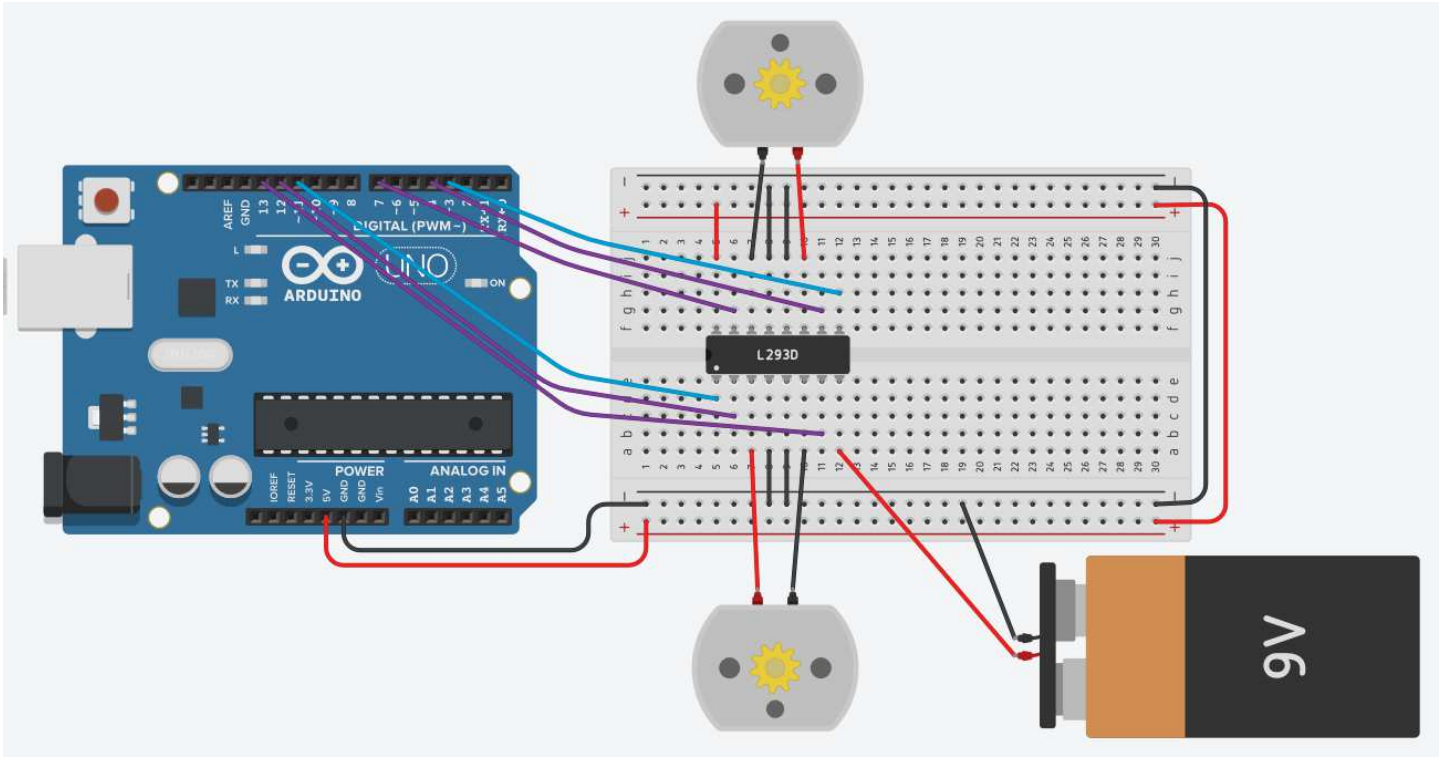


La **connexion** de cette puce est complexe ; une marque en haut de la puce permet de repérer les broches. On peut connecter deux moteurs simultanément, comme indiqué ci-dessous.





Faites le montage ci-dessous, permettant de **faire tourner deux moteurs simultanément**.



6. Voici le code permettant de faire fonctionner ces moteurs. Recopiez-le et testez votre montage.

```
int pin1Moteur1=13;   //commande 1 du moteur 1
int pin2Moteur1=12;   //commande 2 du moteur 1
int pinPMoteur1=11;   //PWM du moteur 1
int pin1Moteur2=7;    //commande 1 du moteur 2
int pin2Moteur2=4;    //commande 2 du moteur 2
int pinPMoteur2=3;    //PWM du moteur 2

void setup() {
  //initialisation des broches en tant que sorties
  pinMode(pin1Moteur1, OUTPUT);
  pinMode(pin2Moteur1, OUTPUT);
  pinMode(pinPMoteur1, OUTPUT);
  pinMode(pin1Moteur2, OUTPUT);
  pinMode(pin2Moteur2, OUTPUT);
  pinMode(pinPMoteur2, OUTPUT);
}

void loop() {
  analogWrite(pinPMoteur1,255);    //puissance délivrée au moteur 1
  digitalWrite(pin1Moteur1, HIGH);  //Faire tourner le moteur 1
  digitalWrite(pin2Moteur1, LOW);
  analogWrite(pinPMoteur2,255);     //puissance délivrée au moteur 2
  digitalWrite(pin1Moteur2, LOW);   //Faire tourner le moteur 2
  digitalWrite(pin2Moteur2, HIGH);
  delay(2000);                      //Pause de 2 secondes
  analogWrite(pinPMoteur1,255);
  digitalWrite(pin1Moteur1, LOW);   //Stopper le moteur 1
  digitalWrite(pin2Moteur1, LOW);
  analogWrite(pinPMoteur2,255);
  digitalWrite(pin1Moteur2, HIGH); //Le moteur 2 tourne dans l'autre
   sens
  digitalWrite(pin2Moteur2, LOW);
  delay(2000);
}
```

Remarque :

Voici le comportement d'un moteur CC en fonction de l'état de ses broches :

pin1 du Moteur	pin2 du moteur	comportement du moteur
LOW	HIGH	le moteur tourne dans un sens
HIGH	LOW	le moteur tourne dans l'autre sens
LOW	LOW	le moteur est arrêté
HIGH	HIGH	le moteur est arrêté

7. Le programme précédent est un peu lourd, on va le clarifier en utilisant **une fonction**.

La syntaxe pour écrire une fonction est la suivante :

- **Lorsque la fonction retourne une variable**, on indique son type avant le nom de la fonction, ainsi que

le type des paramètres demandés :

```
type nomFonction(type paramètre 1, type paramètre 2...) {
    //code
    return variableArenvoyer
}
```

- **si la fonction ne retourne rien** on note :

```
void nomFonction(type paramètre 1, type paramètre 2...) {
    //code
}
```

La fonction est placée **en dehors des fonctions setup() et loop()**, par exemple en fin de programme.

On **l'appelle** en écrivant son nom, avec éventuellement les paramètres demandés, suivie d'un point virgule.

Modifiez le code du programme précédent en créant une fonction **commandeMoteur()**, prenant trois paramètres en entrée : **le numéro du moteur** sur lequel agir, **le sens** dans lequel il devra tourner (sens 1 ou -1 ; pour tout autre valeur on arrête le moteur) et **la vitesse** à laquelle il devra tourner.

Puis, dans la boucle principale, remplacez le code précédent et utilisez la fonction pour faire tourner les deux moteurs, dans un sens puis dans l'autre, à des vitesses variables et enfin les arrêter.

Petits plus sur le langage Arduino

- Obtenir un **nombre au hasard** :

```
int nbAlea;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  randomSeed(analogRead(0)); //initialisation
}
void loop(){
  nbAlea = random(10, 20);  //retourne un entier entre 10 et 20
   exclu
  Serial.println(nbAlea);  //affiche le nombre
  delay(500);
}
```

- Construire des **tableaux** contenant des variables de même type :

```
int tab[3];  //nombre de valeurs stockées
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  tab[0] = 8;  //affectation valeur par valeur
  tab[1] = 9;
  tab[2] = 10;
}
void loop(){
  for (int i=0, i < 3, i++) {
    Serial.println(tab[i]);  //on affiche chaque élément du tableau
  }
}
```

Remarque :
On peut créer le tableau directement avec **int tab[3]** $= \{8, 9, 10\}$;

- Utiliser **switch pour les conditions** au lieu de "if, else if et else" :

```
switch (valeur){ //on regarde suivant la valeur l'action à faire
    case 0:       //valeur égal 0
        Serial.print("La valeur est 0.");
        break;    //on sort du test
    case 1:    //valeur égal 1
        Serial.print("La valeur est 1");
        break;
    case 2:
        Serial.print("La valeur est 2.");
        break;
    default:  //non obligatoire, on propose une solution par défaut
        Serial.print("La valeur n'est ni 0, ni 1 ni 2.");
}
```

Sources :
★ OpenClassRooms (Jean-Noël Rousseau) "Programmez vos premiers montages en Arduino"
★ FUN Mooc "Programmer un objet avec Arduino"