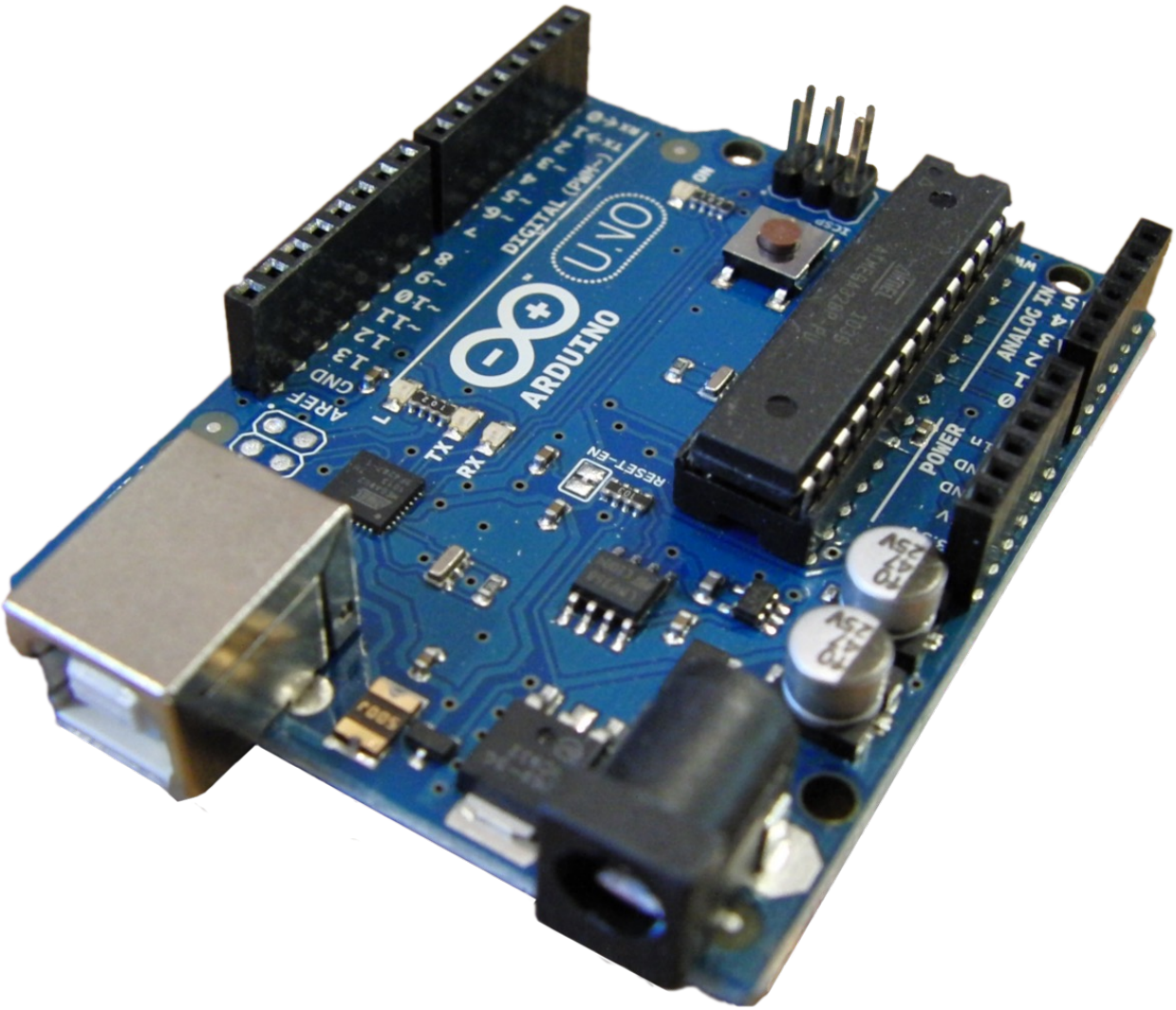
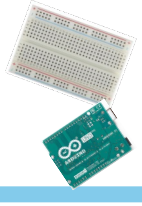
TP : Apprendre la base d'Arduino

Objectifs

- ❑ Etape 1 : Connecter une carte Arduino et une BreadBoard
- ❑ Etape 2 : Utiliser des LEDs et des résistances
- ❑ Etape 3 : Apprendre à programmer en Arduino
- ❑ Etape 4 : Faire clignoter une LED



Étape 1 : BreadBoard et Arduino



Objectifs:

- ❑ Comprendre le fonctionnement d'une breadboard;
- ❑ Comprendre le fonctionnement d'une carte Arduino;
- ❑ Connecter une carte Arduino et une breadboard.

Comprendre l'électricité et les circuits électriques

On peut assimiler le courant dans un fil à de l'eau qui circule dans un canal : Le **courant** représente le débit volumique d'eau. Les **résistances** représentent des obstacles qui ralentissent le débit d'eau. Le **potentiel** représente la quantité d'eau disponible.
Le courant électrique, comme l'eau, cherche toujours à prendre le chemin avec le moins de résistance (avec le moins d'obstacles).
Il existe deux possibilités pour faire **diminuer le courant** :

- On le **ralentit à l'aide de résistances** : le débit diminue car la vitesse diminue (**Fig. 1**).
- On le **sépare en plusieurs branches** : le débit diminue car le volume dans chaque branche est divisé. (**Fig. 2**).

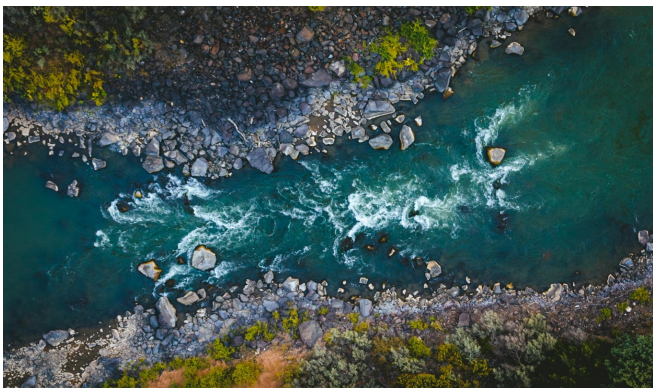


Fig. 1 : Rivière avec obstacles. Comme en électricité, la rivière rencontre des obstacles, et la vitesse de l'eau diminue même si c'est toujours le même volume d'eau qui circule. Donc le débit diminue.

Fig. 2 : Bifurcation d'une rivière. Comme en électricité, la rivière se sépare en deux, chaque branche garde la même vitesse qu'en amont, mais le volume d'eau circulant a diminué. Donc le débit diminue.

Illustration à l'aide des circuits en série et en parallèle

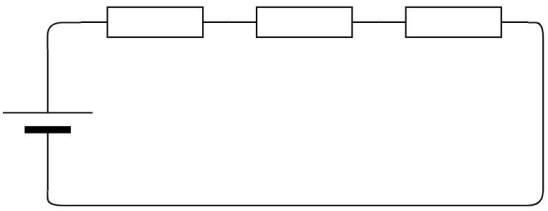


Fig. 3 : Schéma d'un circuit en série

Ici, les trois résistances sont en **série** . Toute l'électricité passe par la même branche où l'on a placé beaucoup de résistances. Donc **le courant diminue car on le ralentit**.

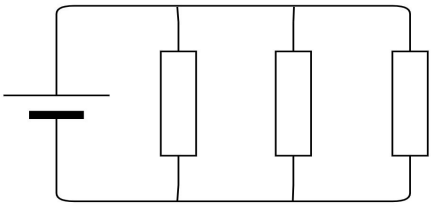


Fig. 4 : Schéma d'un circuit en parallèle

Ici, les résistances sont en **parallèle**. L'électricité se sépare en trois branches dotées d'une seule résistance chacune. Donc **le courant est plus faible dans chaque branche avec une résistance que dans la branche avec le générateur**

Maintenant que l'on connait mieux les bases de l'électricité et des circuits électriques, nous allons voir **comment mettre en œuvre les circuits électriques sur une breadboard**.

Comprendre le fonctionnement de la breadboard

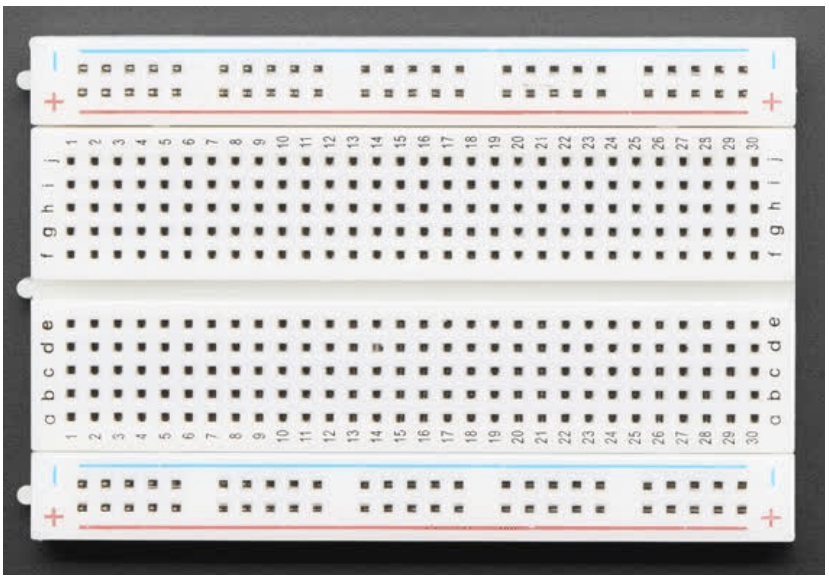


Fig. 5 : Photographie d'une breadboard

Les petits **trous** que l'on voit partout sur la breadboard (**Fig. 6**) sont des **points de connexion**. Ainsi, lorsque l'on formera notre circuit électrique, on branchera les fils et les composants dans les trous.

ATTENTION : Le passage suivant explique la logique des points de connexion sur la breadboard. C'est un point fondamental pour comprendre comment brancher correctement nos circuits électriques.

Sur la breadboard, les points de connexion ne sont pas tous indépendants. Certains correspondent au **même point.** Par exemple, chacune des lignes bleues de la **Fig. 6** regroupent des points de connexion qui correspondent à **un seul** point de connexion.
Sur la partie centrale de la breadboard, les "groupes" de points de connexion qui correspondent à un seul point de connexion sont les lignes verticales bleues (**Fig. 6**). Sur les parties supérieure et inférieure de la breadboard (au-dessus et en-dessous de la partie centrale sur le schéma **Fig. 6**), ces "groupes" sont les lignes horizontales bleues (**Fig. 6**).

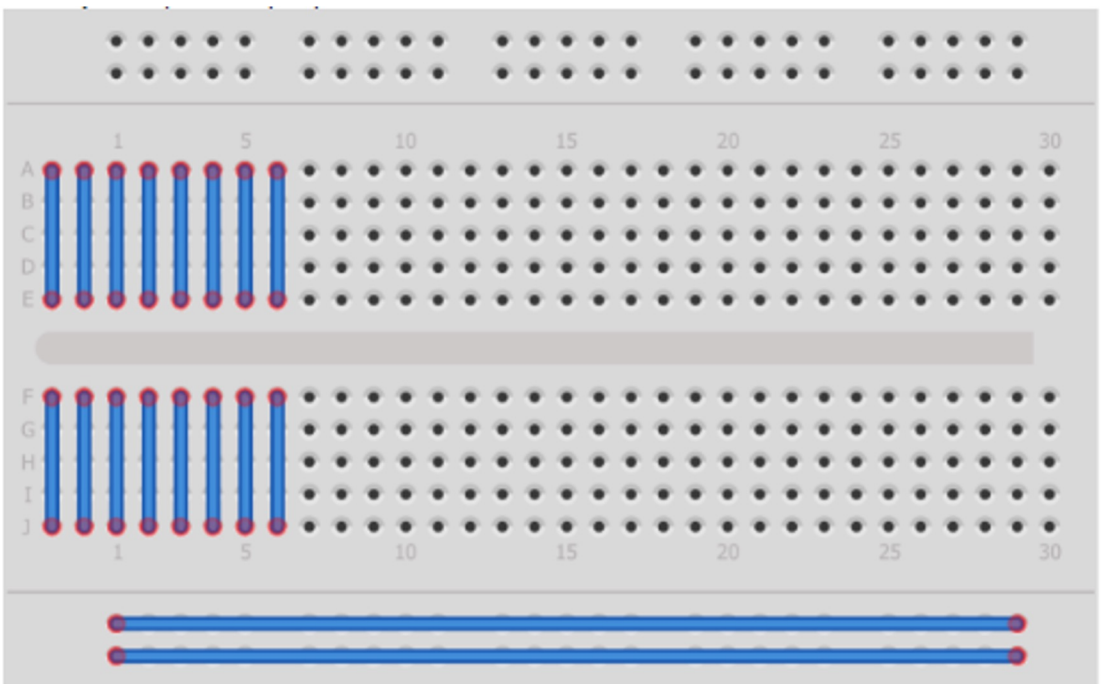


Fig. 6 : Schéma d'une breadboard

Mais pourquoi vouloir regrouper ainsi des points de connexion ?

Nous allons répondre à cette question par un exemple. Imaginons que l'on veut brancher le circuit de la **Fig. 7** :

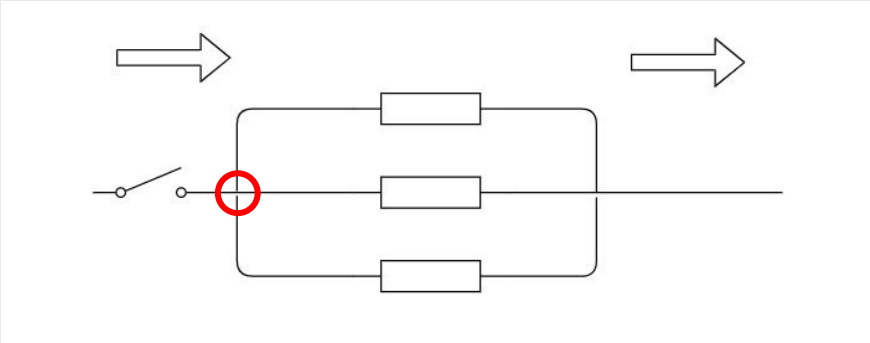


Fig. 7 : Schéma électrique avec trois résistances en parallèle

Au niveau du point rouge (**Fig. 7**), nous sommes obligés de brancher 4 fils au même point de connexion. Pourtant, dans la vraie vie on ne construit pas de systèmes où se branchent plusieurs fils au même point de connexion. Par exemple, une multiprise a plusieurs points de connexion, et elles sont toutes reliées à un même câble d'alimentation que l'on branche au courant. Un autre exemple est votre ordinateur: il possède plusieurs entrées USB, qui sont toutes reliées au même disque de mémoire qui va les lire.
La breadboard fonctionne donc de la même façon, avec des ensembles de points de connexion qui se regroupent en lignes ou colonnes s'ils sont reliés au même point de connexion.

Comprendre le fonctionnement d'une carte Arduino.

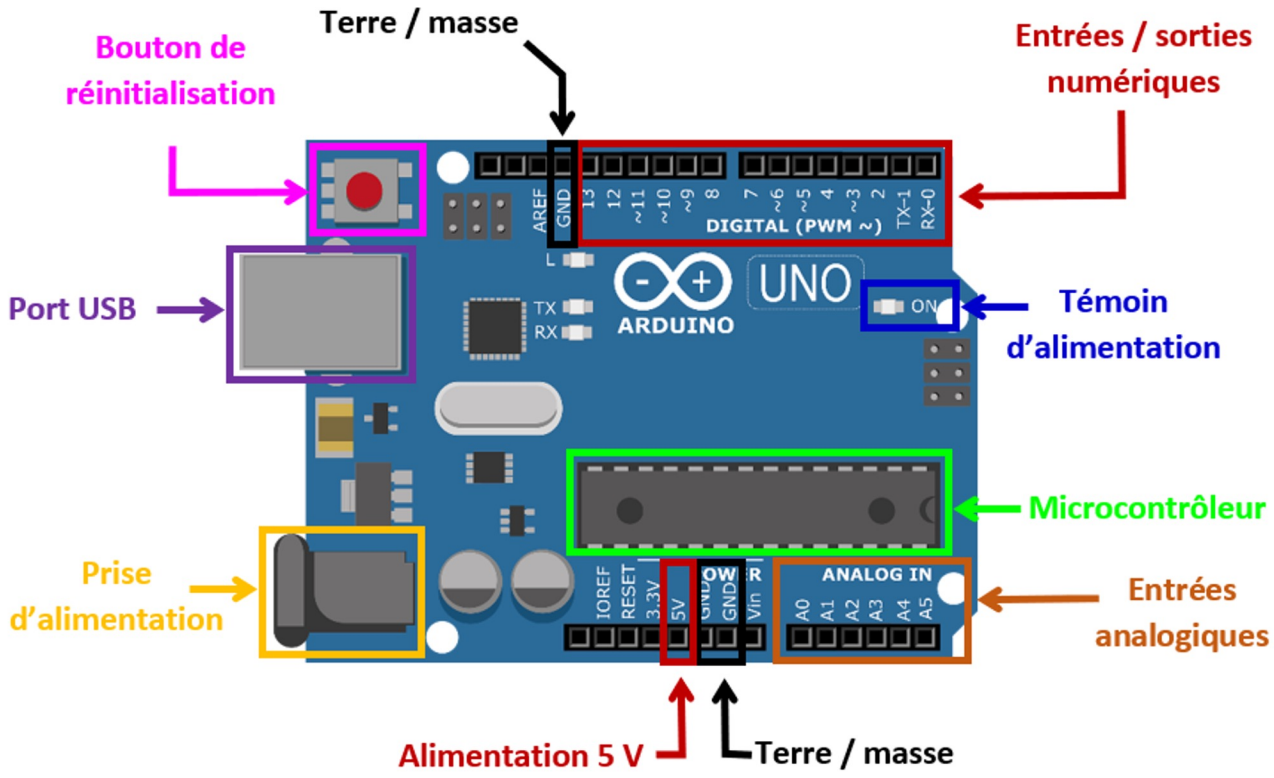


Fig. 8 : Schéma des éléments principaux d'une carte Arduino

Voici quelques éléments importants qui composent la carte Arduino (Fig. 8):

- Entrées/Sorties numériques : elles reçoivent et envoient de l'information sous forme numérique (entiers codés en 8 bits).
- Entrées analogiques : reçoivent des signaux continus dans le temps.
- Témoin d'alimentation : LED allumée quand l'Arduino fonctionne
- Microcontrôleur : « petit ordinateur » qui gère le code envoyé sur l'Arduino
- Alimentation (5V) : permet d'alimenter les composants
- Masse (0V/GND): pour relier les composants à la masse
- Prise d'alimentation : alimente la carte sans ordinateur
- Port USB : permet d'alimenter l'Arduino et de transférer un programme d'un ordinateur à l'Arduino

Connecter une carte Arduino et une breadboard.

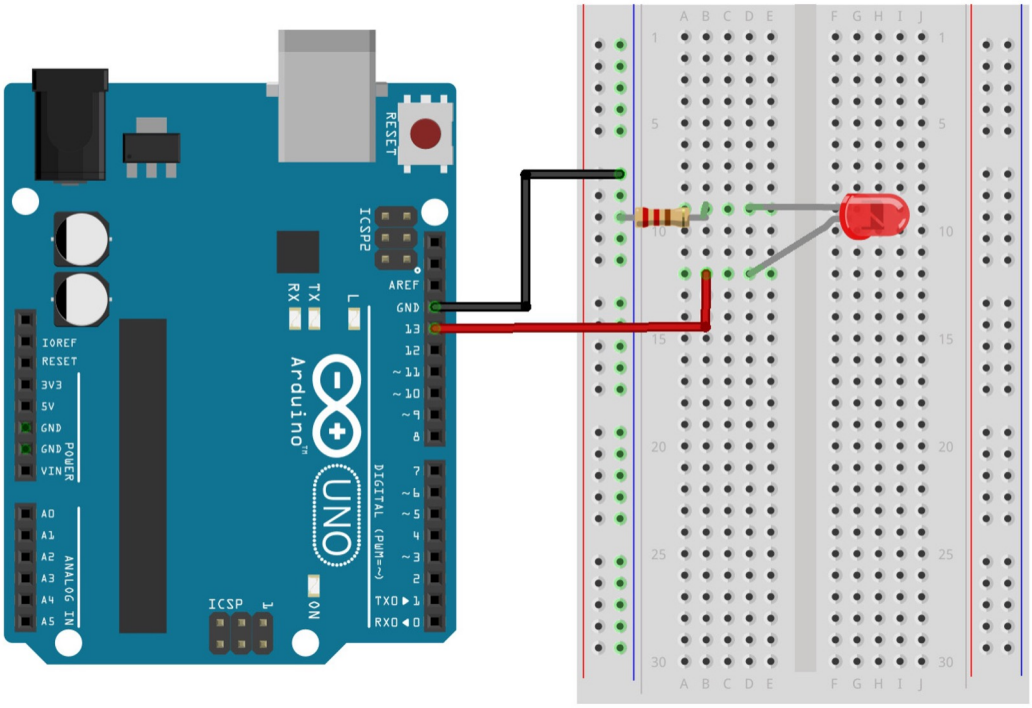


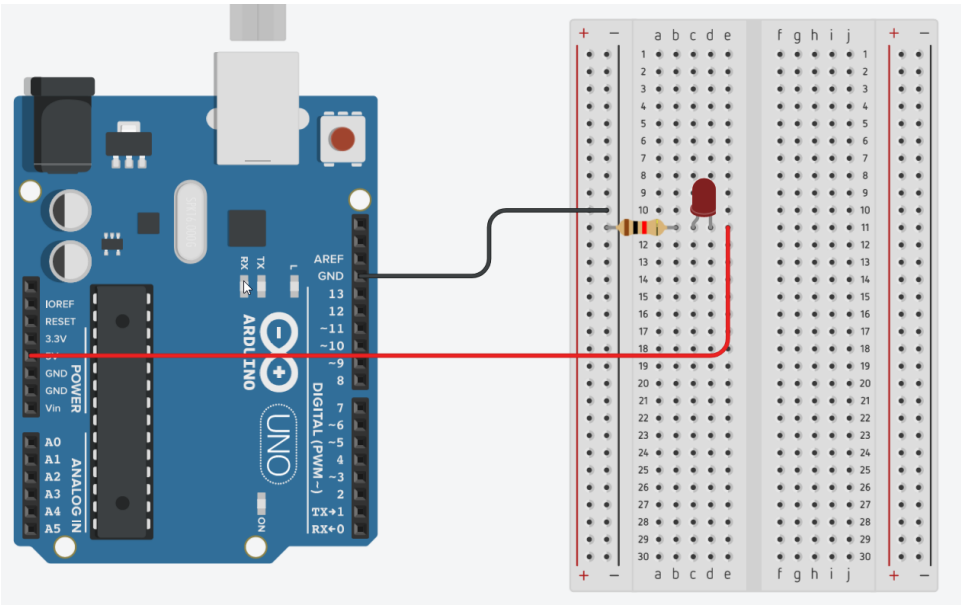
Fig. 9 : Schéma du montage en série LED-Résistance en Arduino

Voici un montage très simple d'une résistance en série avec une LED (Fig. 9).
Comme vous pouvez le voir, l'alimentation du circuit est fournie par le fil rouge, qui relie le circuit électrique à l'entrée 13 (une tension est ainsi appliquée).

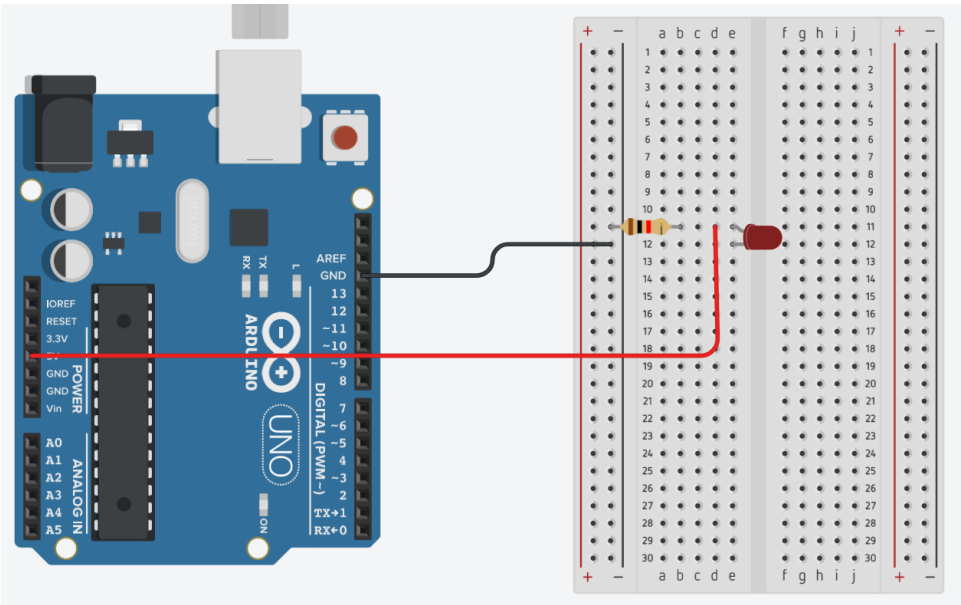
Remarquez que le fil rouge et la patte de la LED ne sont pas branchées au même trou : elles sont branchées sur deux trous différents sur une même ligne centrale horizontale. Ils sont donc reliés au même point de connexion. Finalement, le circuit se boucle en reliant la fin du circuit à la masse (fil noir branché au GND).

Est-ce-que tu as bien compris ?

1) Ce branchement est-il correct ?



2) Même question.



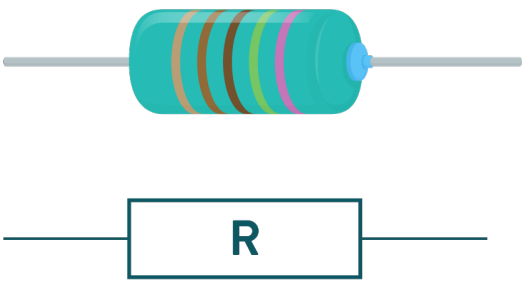
Étape 2 : LEDs et résistances

Objectifs:

- ❑ Comprendre l'intérêt des résistances;
- ❑ Allumer 1 LED sans programmation;
- ❑ Comprendre le code couleur des résistances;

Comprendre l'intérêt des résistances.

Schéma correspondant:



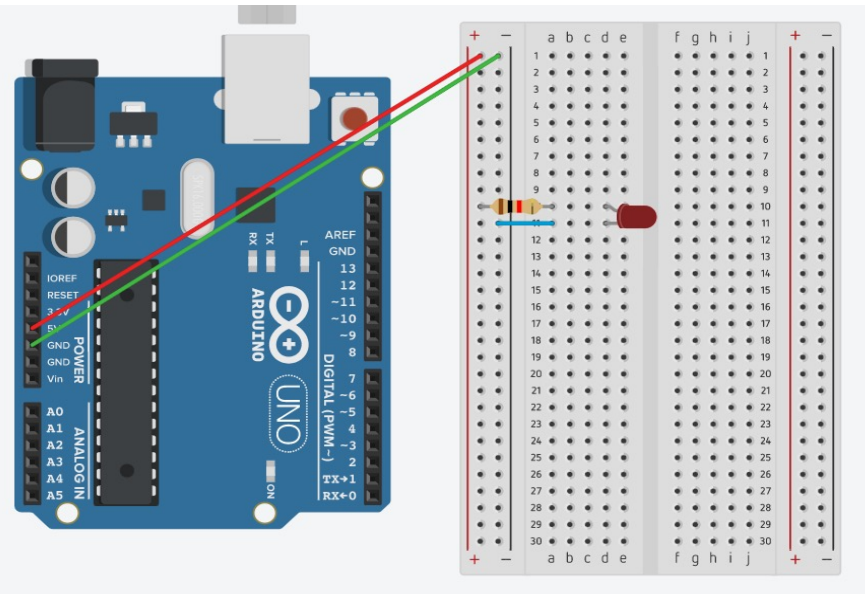
(a) Résistance

Les résistances ressemblent au dessin de la Figure (a), et sont schématisées par un rectangle. Leur rôle est simple, elles font diminuer le courant qui les traverse.

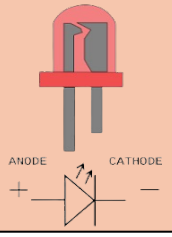
Mais pourquoi voudrait-on diminuer le courant passant dans un fil ? Car certains composants électriques grillent très facilement s'ils sont parcourus par un courant important. C'est le cas des LED !

Donc, si on veut brancher une LED, il faudra nécessairement brancher en série une résistance pour que la LED ne grille pas.

Allumer 1 LED sans programmation:



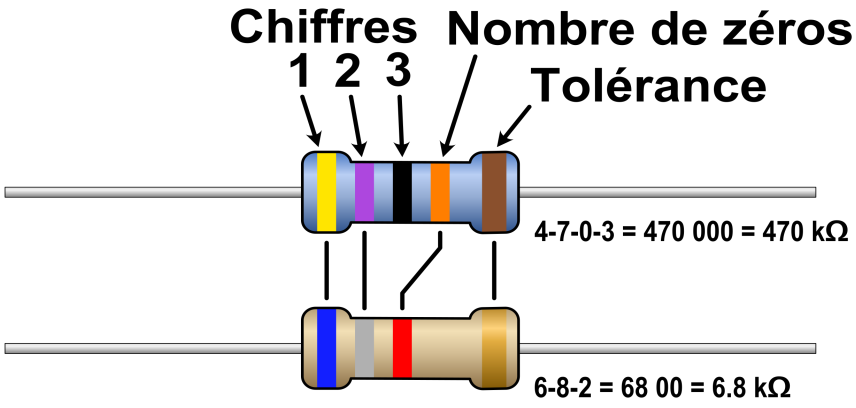
Remarque importante:
La **LED** a un **sens** (la patte longue correspond à celle qui est pliée sur le schéma).
Donc la LED s'allumera seulement si le courant est parcouru du + vers le -.



Fais le montage et vérifie avec l'encadrant !

Comprendre le code couleur des résistances:

Les résistances peuvent diminuer plus ou moins le courant. Cela dépend de leur valeur de résistance. Celle-ci se mesure en Ohm (dont le symbole est Ω). Plus la valeur de la résistance est grande, plus le courant va diminuer.
Les anneaux de couleur autour de la résistance ont un code couleur qui permet de savoir la valeur de la résistance. Ce code couleur est universel.



Chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tolérance	argent ±10%	or ±5%	±1 %	±0.5 %	±0.1 %

Est-ce-que tu as bien compris ?

1) Quelle est la valeur des résistances suivantes ?

R =

R =

R =

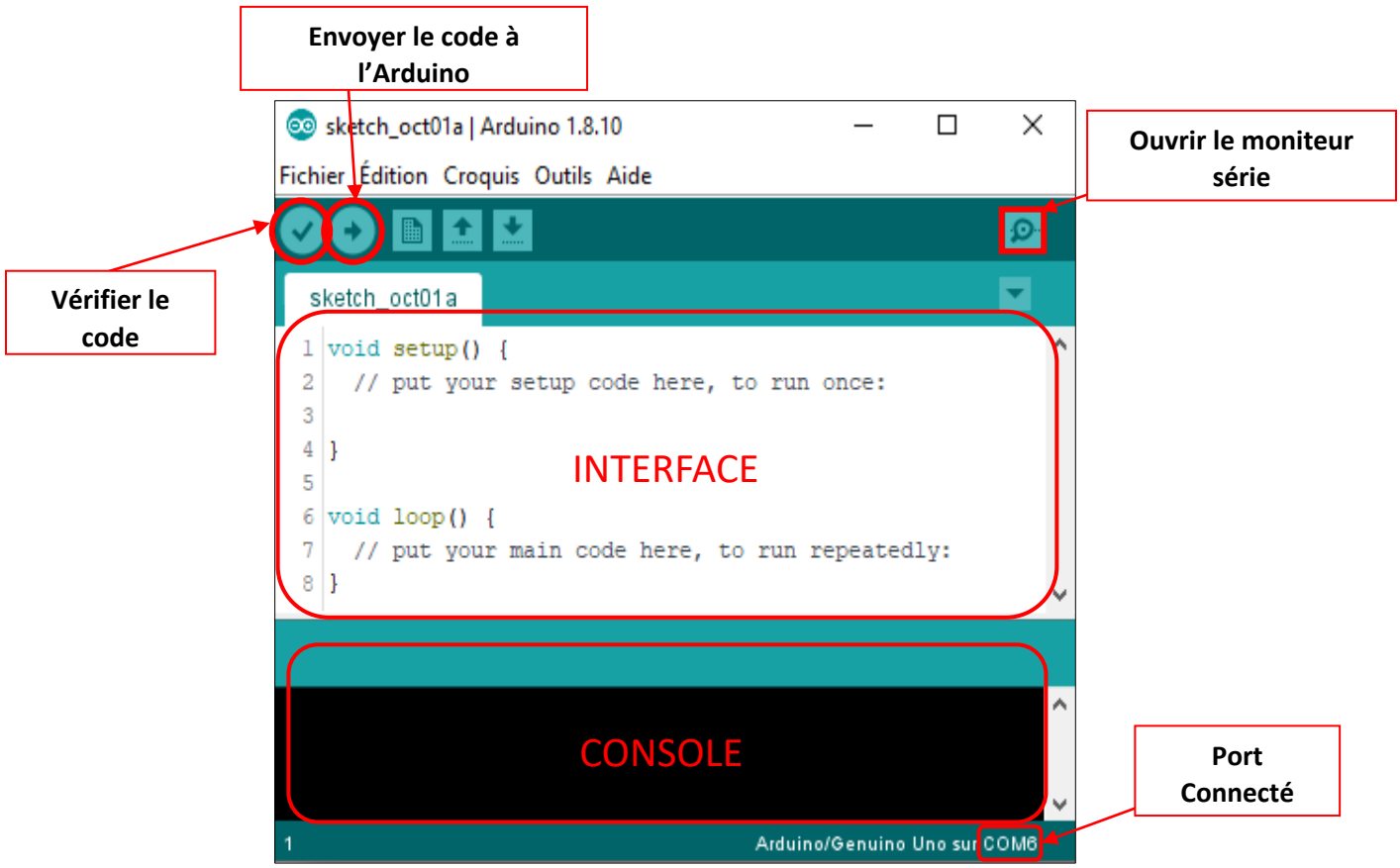
R =

Étape 3a : Programmation - Interface

Objectifs:

- ❑ Comprendre le fonctionnement de l'interface Arduino;

Comprendre le fonctionnement de l'interface Arduino.



Interface : L'interface est l'endroit où l'on écrit toutes les instructions (le code) que l'Arduino devra exécuter.

Console : La console est votre meilleur ami. C'est l'endroit où les erreurs apparaissent lorsqu'on demande de vérifier le code. Il indique quel type d'erreur et à quelle ligne elle s'est produite, ce qui facilite grandement la correction du code.

Moniteur Série : Il est possible que l'on demande au code d'afficher du texte ou des nombres. Ces valeurs s'afficheront dans le Moniteur Séries.

Étape 3b : Programmation - Variables

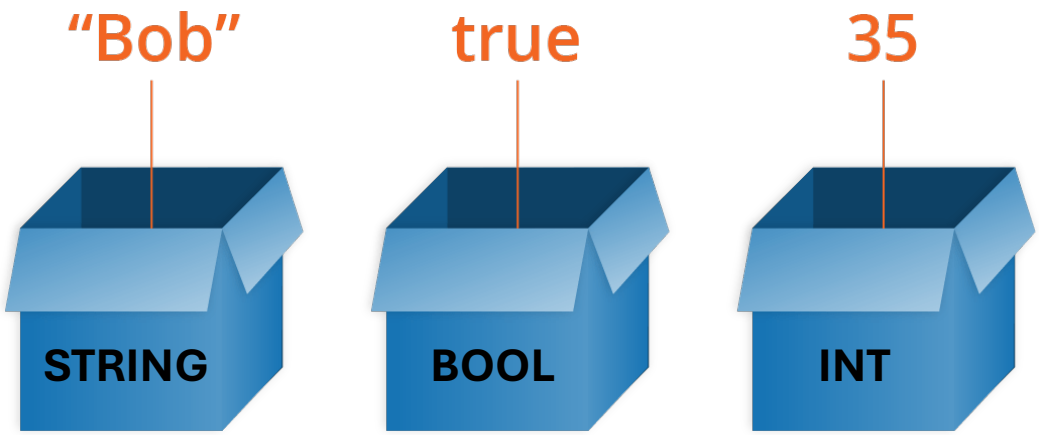
Objectifs:

- ❑ Comprendre le fonctionnement d'une variable;

Comprendre le fonctionnement d'une variable.

Une variable est une boîte dans laquelle on peut ranger des valeurs, textes, matrices, fonctions etc… Il en existe plusieurs types, voici celles que vous allez utiliser le plus souvent :

- **int** : Les variables Int contiennent des nombres entiers. Ex : 0 , 1, 465, -34 etc…
- **float** : Les variables float contiennent des nombres à virgule. Ex : 0.0; 2.34; 435.65; 23.0; -32.3, etc…
- **string** : Les variables String contiennent des chaînes de caractères (des lettres, ponctuations, des chiffres etc…). Elles sont notées entre guillemets. Ex : "mot", "hfdjfh dhb", "56" etc…
- **bool** : Les variables Bool prennent deux valeurs : Vrai ou Faux
- **Tableau** : Les tableaux sont une liste de variables. Elles permettent de stocker plusieurs paramètres dans une seul variable. Ex : [6, "salut", True, 33, "bonjour"]



N'hésitez pas à utiliser l'ordinateur pour comprendre cette leçon

Afin d'utiliser une variable, il faut d'abord la déclarer (On dit au programme qu'il existe une boîte avec le nom de notre variable). Pour cela, au début de notre code, on écrit:

[Type de Variable] Nom_de_la_variable = Valeur_de_la_valeur_initiale;

Exemples

```
1. int C = 3;   // On crée une variable entière "C" à
   laquelle on associe la valeur 3
2. int F;       // On ne met rien dedans. La boîte est
   alors vide jusqu'à ce qu'on y mette quelque chose
3. float Nombre = 2.64;   // On crée une variable
   "Nombre" à laquelle on associe 2,64
4. bool verif = true;
```

? Pour mieux comprendre la déclaration d'une variable, déclarez une variable avec comme nom « Prénom » et comme valeur votre Prénom. Laquelle est correct entre « int N = "32"» et « int N = 32» ?

Après avoir déclaré la variable, on n'a plus besoin de rappeler son type lorsque l'on veut changer sa valeur, l'utiliser dans des opérations, l'utiliser dans des fonctions etc… Il suffit juste d'utiliser son nom.

Exemples

```
1. int C = 3;
2. F =3*C;
```

? Pour mieux comprendre l'opération de variables, déclarez deux variables que vous additionnerez ensuite dans une troisième variable.
? Que se passe-t-il quand on additionne 2 variable de type string?

Rappel: On peut vérifier la valeur de notre variable en utilisant la fonction Serial.println(Nom_Variable), puis en ouvrant le moniteur série.

Etape 3c : Programmation et variables

Objectif:

- ❑ Comprendre la structure d'un code Arduino
- ❑ Être capable d'utiliser les fonctions propres d'Arduino

La structure:

Arduino est un dérivé de la programmation en C+, elle est faite pour la robotique et donc possède une structure bien particulière. Elle se décompose en 2 parties principales et d'autres parties annexes.

Attention, une des particularités d'Arduino est qu'à chaque fin de ligne de code il faut mettre « ; ».
Il faut aussi faire attention au «{» lorsqu'une est ouverte, elle doit être refermée à un moment.

Les deux parties principales:

Le void setup:
C'est une partie du programme qui ne s'exécute qu'une seule fois

- Permet de définir nos variables en entré (INPUT), si c'est un capteur (exemple: le bouton) ou sinon en sortie (OUTPUT) (exemple: LED).
- Permet aussi de déclarer le moniteur série, qui permet de communiquer avec la carte.

Le void loop:
C'est ici que ce situe le corps du programme. Il tourne en boucle.

```
1
2
3
4   void setup() {
5     // put your setup code here, to run once:
6
7   }
8
9   void loop() {
10    // put your main code here, to run repeatedly
11
12  }
```

Parties secondaires:

Avant le void setup:
- On peut y définir les variables (voir fiches sur les variables).

Void fonction annexe:
C'est un sous-programme qui s'exécute une fois lorsque il est appelé (pour rendre l'ensemble plus lisible).

Les fonctions propres:

Arduino possède son propre langage, ce qui inclut une syntaxe particulière, et des fonctions de base très utile .

Dans le void setup:

pinMode():
Permet de dire si la broche est considérée comme une entrée ou une sortie.

Serial.begin(9600):
Permet de lancer le moniteur série.

EXAMPLE

```
1. const int LED = 5;     //Je dis que la LED est reliée à la broche 5
2.
3. void setup() {
4.   pinMode(LED, OUTPUT);    // Je déclare le LED en tant que sortie
5.   Serial.begin(9600);      // Je démarre le moniteur série
6. }
```

Dans le void loop:

digitalWrite:
Permet d'envoyer du courant dans une broche en sortie.
Même principe que précédemment pour 1 et 0.

EXAMPLE

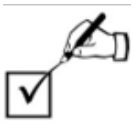
```
12   void loop() {
13   digitalWrite(LED,HIGH);        //allumer
14   digitalWrite(LED,LOW);         //éteindre
15   }
```

Les notations 0 ou LOW et 1 ou HIGH sont équivalentes, autrement dit pour la carte HIGH =1 et LOW =0

Delay(t):
Permet de mettre le programme en pause (le temps t est en ms)

Serial.println(...):
Permet d'écrire dans le moniteur série.

A toi de programmer! Tu peux essayer d'écrire sur le moniteur série « hello », ou essayer de faire clignoter une LED



Est-ce-que tu as bien compris ?

Expliquez précisément ce que fait ce programme.

```
1. const int LED_verte = 5;
2. const int LED_rouge = 6;
3.
4. void setup() {
5.   pinMode(LED_verte, OUTPUT);
6.   pinMode(LED_rouge, OUTPUT);
7.   Serial.begin(9600);
8. }
9.
10.void loop() {
11.  digitalWrite(LED_verte,HIGH);
12.  Serial.println("la LED verte est allumée")
13.  delay(1000)
14.  digitalWrite(LED_verte,LOW);
15.  digitalWrite(LED_rouge,HIGH);
16.  Serial.println("la LED verte est éteinte et
   la LED rouge est allumée");
17.  delay(1000);
18.}
```

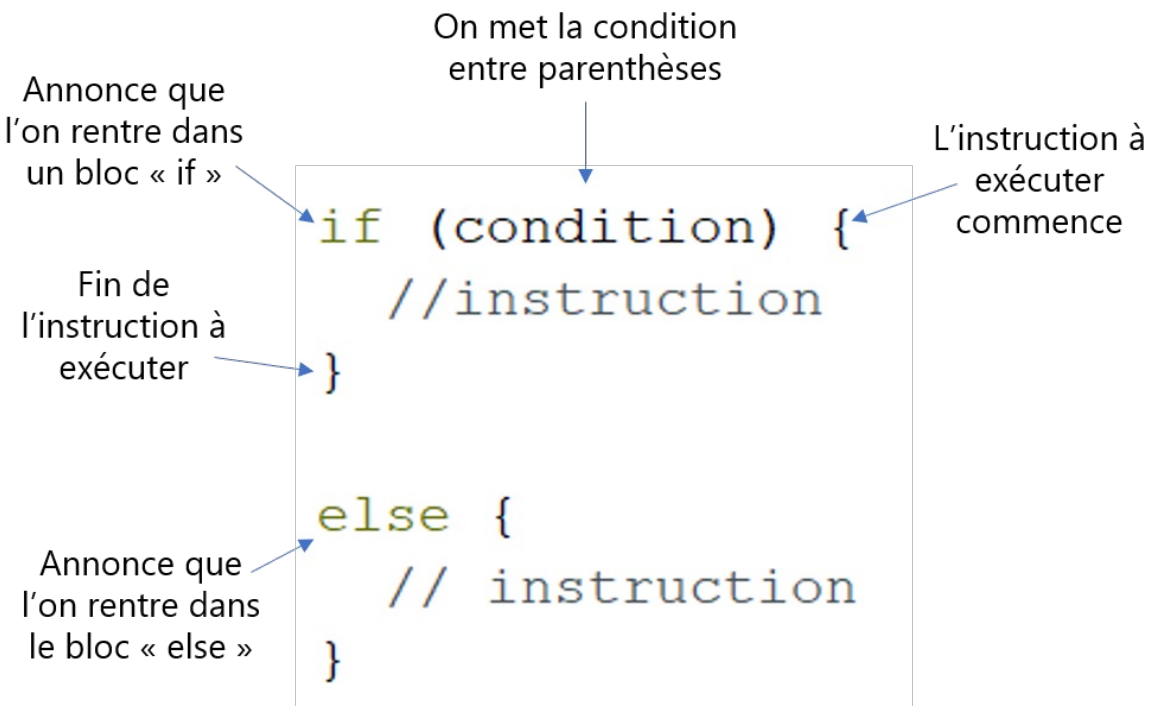
Étape 3d : Programmation - Blocs

Objectifs:

- ❑ Comprendre le fonctionnement d'un bloc **<< if/else >>;**
- ❑ Comprendre le fontionnement d'un bloc << **while >>;**
- ❑ Comprendre le fonctionemment d'un bloc << **for >>;**
- ❑ Comprendre les conditions et opérations logiques.

Comprendre le fonctionnement d'un bloc **<< if/else >>**

Un bloc conditionnel est un moyen d'exécuter des instructions seulement si une condition est remplie. Si la condition est vérifiée, l'instruction du bloc « if » est exécuté. Sinon, c'est celle du bloc « else ». Voilà comment faire :



Exemple simple:

```
if (il fait nuit){
  J'allume la lumière
}
else {
  J'éteins la lumière
}
```

Les **conditions** sont normalement liées aux états des **entrées**, telles que les boutons. Les **instructions** sont associées aux **sorties**, comme allumer des LED ou produire des sons avec un buzzer.

Comprendre le fonctionnement d'un bloc **<< while >>**

Un bloc "while" est également une structure conditionnelle, mais sa structure diffère légèrement. Il fonctionne comme une boucle, où les instructions à l'intérieur se répètent tant que la condition est vraie. Lorsque la condition n'est plus satisfaite, il sort du bloc "while" et poursuit l'exécution du code. Voilà comment faire :

```
while (condition) {
  // instruction
}
```

? Pour mieux comprendre le fonctionemment de la boucle while, écrire l'exemple ci-dessus d'avant mais avec une boucle « while ».

Attention: pour écrire des conditions, on a besoin de comprendre les possibles tests qu'on peut faire avec nos variables.

Conditions

Pour les conditions, nous avons plusieurs options :

1- Égalité : Pour vérifier si une variable est égale à une valeur, nous utilisons l'opérateur "==" (variable == valeur). Fais attention à utiliser deux signes égaux pour l'opération d'égalité.
2 - Inégalité : Pour vérifier si une variable est différente d'une valeur, nous utilisons l'opérateur "!=" (variable != valeur).
3 - Comparaison : Pour effectuer des comparaisons, nous utilisons les opérateurs de comparaison tels que "<=" (inférieur ou égal à) et ">=" (supérieur ou égal à) (variable <= valeur et variable >= valeur).

```
1. int A = 3;
2. if (A==3) {
3.   Serial.println("A vaut 3")
4.   }
```

Exemple simple

Opérations Logiques

Il est également possible d'avoir plus d'une condition et d'utiliser des symboles pour identifier les opérations "ET" et "OU" :

1 - "ET" logique : Pour vérifier si deux conditions sont toutes les deux vraies, nous utilisons l'opérateur "&&" (par exemple : (condition1) && (condition2)). Cette condition sera vraie uniquement si les deux conditions sont satisfaites.
2 - "OU" logique : Pour vérifier si au moins l'une des deux conditions est vraie, nous utilisons l'opérateur "||" (par exemple : condition1 || condition2). Cette condition sera vraie si l'une des deux conditions est satisfaite.

```
int A = 3;
string B = "salut"
if (A==3 && B=="salut") {
  Serial.println("A vaut 3 et B vaut 'salut'")
  }
```

Exemple simple

Comprendre le fonctionnement d'un bloc **<< for >>**

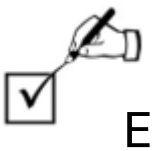
Le bloc "for" est une structure de programmation qui permet de répéter un ensemble d'instructions un certain nombre de fois.
Pour mieux comprendre: Imagine que tu as une boîte de bonbons et que tu veux en manger un chaque jour pendant une semaine. Tu pourrais utiliser une boucle "for" pour t'aider. Voici un exemple simple de boucle "for" pour manger un bonbon chaque jour pendant une semaine :


```
for (int jour = 1; jour <= 7; jour++) {
  mangerBonbon();
}
```

Dans cet exemple, le bloc « for » commence en créant une variable appelée "jour" et l'initialise à 1. Ensuite, il spécifie que tant que "jour" est inférieur ou égal à 7, les instructions à l'intérieur du bloc "for" sont répétées. Finalement, "jour++" signifie que, à chaque tour de boucle, on incrémente de 1 la valeur de jour. À chaque itération de la boucle, nous appelons la fonction "mangerBonbon()" pour manger un bonbon. La boucle continue jusqu'à ce que "jour" atteigne la valeur 8, puis elle se termine.

C'est un moyen pratique d'effectuer une action répétée un nombre spécifique de fois. Voici la structure en résumé:

```
for (initialization; condition; increment) {
  //instruction
}
```



Est-ce-que tu as bien compris ?

1) Expliquez pourquoi les codes ne sont pas corrects.

```
for (i=1; i++; i<4) {
  //instruction
}
```

```
if(state = 1){
  //instruction
}
```

```
while (state != 1):
  //instruction
```

2) Pourquoi dans la boucle **for** on écrit « variable = valeur » et dans le bloc **if** on écrit « variable == valeur » ?

Étape 4a : La notion de fréquence

Objectifs:

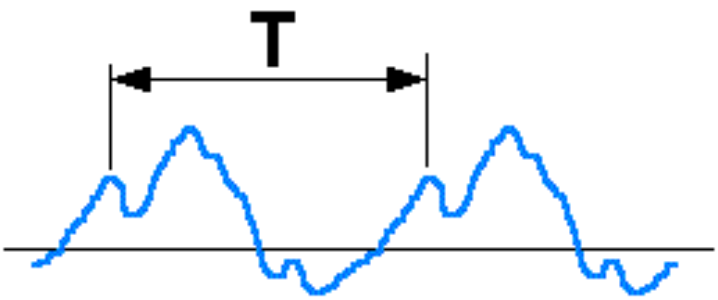
- ❑ Maîtriser la notion de fréquence

Rappel : Notion de fréquence

On a parlé en page précédente de « fréquence » d'allumage. Il faut bien garder en tête, notamment pour ce qui suit que, dans notre cas, **plusieurs fréquences sont mises en jeu**.

Pour bien le comprendre, rappelons la définition propre de fréquence. Par définition, la fréquence (notée f) d'un **phénomène périodique** correspond au nombre de répétitions de ce dernier pendant une seconde. La fréquence est donc associée à un **signal périodique**.

La notion de fréquence est étroitement liée à celle de **période.** En effet, on a $f = \frac{1}{T}$. Plus qualitativement, la période d'un signal périodique correspond à l'intervalle de temps entre deux répétitions successives d'un instant du signal.



Étape 4b : Clignotement d'une LED

Objectifs:

- ❑ Faire clignoter une LED
- ❑ Choisir une fréquence de clignotement

Faire clignoter une LED

Pour faire clignoter une LED, c'est très simple : on va naturellement l'éteindre (état LOW) puis l'allumer, (état HIGH) en oubliant pas d'attendre entre les deux. Attention, la fonction delay prend un temps en ms

? Exercice pratique : écrire les 4 lignes à insérer dans le `void loop` pour faire clignoter la LED. On attendra **500ms** entre l'allumage et l'extinction.

.....
.....
.....
.....

? Question pratique : Si on s'intéresse au signal correspondant à l'**état** (allumée/éteinte) de la LED. Quelle est **la fréquence** de ce signal ?

.....
.....
.....

On souhaite désormais faire clignoter la LED à une fréquence $f = 1\ Hz$.

? Exercice pratique: compléter l'argument de la fonction delay à l'avant-dernière ligne. Tester le code. Commenter.

```
const int LED = 11;

void setup() {
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(port_trigger, OUTPUT);
  digitalWrite(port_trigger,LOW);
  pinMode(port_echo,INPUT);
  Serial.begin(9600);
 }
 void loop() {
  digitalWrite(LED,HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(LED,LOW);
}
```

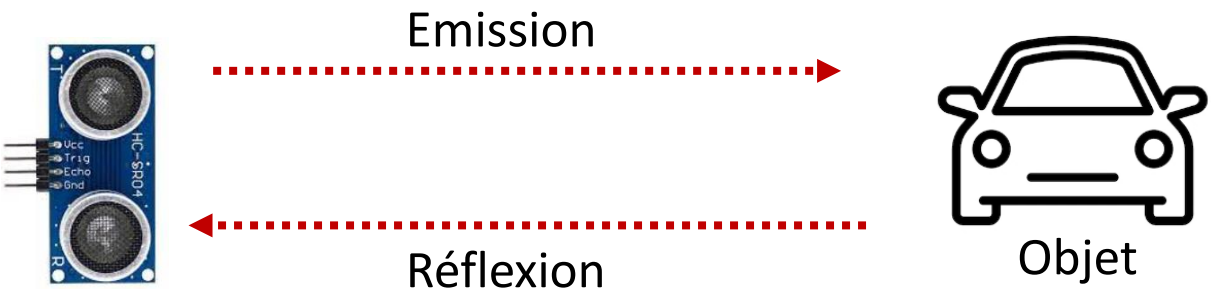
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Étape 5 : Capteur à ultrasons

Objectifs:

- ❑ Comprendre le fonctionnement du capteur à ultrason ;
- ❑ Connecter un capteur à ultrasons à l'Arduino ;
- ❑ Créer un capteur de distance avec le capteur à ultrasons.

Comprendre le fonctionnement du capteur à ultrason



Un capteur à ultrasons est un appareil qui utilise des ondes ultrasonores (ondes inaudibles de fréquence supérieure à 20kHz) pour mesurer la distance entre lui-même et un objet. Il est composé d'un émetteur et d'un récepteur.
Voici comment cela fonctionne de manière très simple :

(1) Emission d'ondes : L'émetteur envoie un signal ondulatoire qui se propage dans l'air en direction d'un objet.

(2) Réflexion des ondes : Lorsque les ondes atteignent l'objet, elles se réfléchissent dessus, tout comme une balle rebondit sur un mur.

(3) Retour du signal : Le récepteur "écoute" le signal sonore rebondissant et mesure le temps entre l'émission et la réception. Connaissant la vitesse de l'onde dans l'air, cela nous permet d'accéder à la distance objet/capteur. Plus l'objet est proche, plus la mesure de temps est courte.

Pour mesurer la distance, la formule est la suivante:

$$Distance = \frac{Vitesse \cdot temps}{2}$$

Dans l'air et dans des conditions usuelles, une bonne approximation de la vitesse du son est 343 m/s.

Le temps est mesuré par le capteur entre l'instant où il émet l'onde et l'instant où il reçoit la réflexion.

La distance peut alors être estimée.

? Question pratique : pourquoi y a-t-il un "2" dans la formule de la distance ?

Combien de temps va s'écouler entre l'émission et la réflexion d'un objet à 10 mètres de distance ?

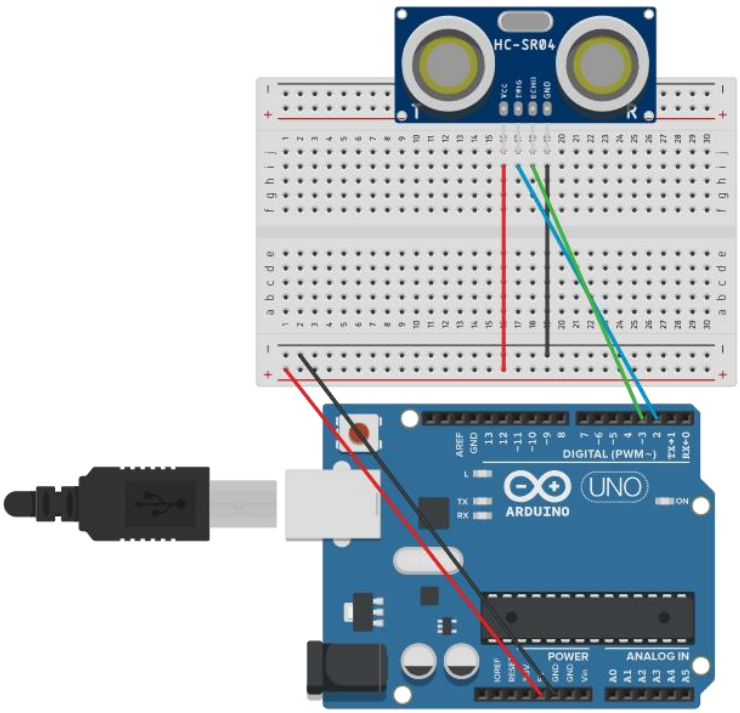
À quelle distance est un objet pour lequel il y a 50 ms entre les instants d'émission et de réception ?

Connecter un capteur à ultrasons avec l'Arduino
Créer un capteur de distance avec le capteur à ultrasons

A – Entrée alimentation (5v)
B – TRIGGER (port numérique)
C – ECHO (port numérique)
D – Masse (0v)

Montage

On connecte les GND (pour Ground = Masse) à la même ligne (-).
On choisit aussi les ports de la carte reliés au trigger et à l'echo (ici, 3 et 2 respectivement), et on n'oublie pas d'alimenter le composant !



Pour utiliser un capteur à ultrasons, trois parties du code sont nécessaires :

(1) Déclaration: Le trigger et l'echo sont connectés à des ports, donc on va changer le nom des broches pour des noms plus intuitifs.

```
#define  port_trigger  2
#define  port_echo 3
```

(2) Mode: Le trigger est une sortie et l'echo une entrée, donc on va les définir.

```
pinMode(port_trigger, OUTPUT)
pinMode(port_echo, INPUT)
```

(3) Utilisation : Pour détecter la distance, il est nécessaire d'envoyer un signal au déclencheur (trigger) et de vérifier la réception d'un signal dans l'écho.

(3.1) Pour envoyer une onde, il **faut changer l'état du déclencheur (trigger) de LOW à HIGH pendant 10 microsecondes.**

(3.2) Pour vérifier le temps entre l'émission et la réception du signal, on peut utiliser la fonction **pulseIn(port_echo, HIGH).**

? Exercice pratique: compléter le code ci-dessous avec les informations manquantes pour vérifier la distance d'un objet.

```
1.  #define port_trigger 2
2.  #define port_echo 3
3.
4.  /* Vitesse du son en cm/us */
5.  float vitesse_son = ……;
6.
7.  void setup() {
8.    pinMode(port_trigger, OUTPUT);
9.    digitalWrite(port_trigger,LOW);
10.   pinMode(port_echo,INPUT);          //le capteur est une entrée
11.   Serial.begin(9600);
12.  }
13.
14. void loop() {
15.   digitalWrite(port_trigger,HIGH);
16.   delayMicroseconds(10);
17.   digitalWrite(port_trigger,LOW);
18.   long measure = pulseIn(port_echo,HIGH);
19.   float distance_cm = ……;
20.   Serial.println(distance_cm);
21.   delay(500);
22.  }
```

(1) Déclaration

(2) Modes

(3) Utilisation

Étape 6 : Clignotement d'une LED

Objectifs:

- ❑ Faire clignoter une LED
- ❑ Choisir une fréquence de clignotement

Faire clignoter une LED

Pour faire clignoter une LED, c'est très simple : on va naturellement l'éteindre (état LOW) puis l'allumer, (état HIGH) en oubliant pas d'attendre entre les deux. Attention, la fonction delay prend un temps en ms

? Exercice pratique : écrire les 4 lignes à insérer dans le `void loop` pour faire clignoter la LED. On attendra **500ms** entre l'allumage et l'extinction.

.....
.....
.....
.....

? Question pratique : Si on s'intéresse au signal correspondant à l'**état** (allumée/éteinte) de la LED. Quelle est **la fréquence** de ce signal ?

.....
.....
.....

On souhaite désormais faire clignoter la LED à une fréquence $f = 1\ Hz$.

? Exercice pratique: compléter l'argument de la fonction delay à l'avant-dernière ligne. Tester le code. Commenter.

```
const int LED = 11;

void setup() {
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(port_trigger, OUTPUT);
  digitalWrite(port_trigger,LOW);
  pinMode(port_echo,INPUT);
  Serial.begin(9600);
 }
 void loop() {
  digitalWrite(LED,HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(LED,LOW);
}
```

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....