# Arduino

## Introduction N°2

**Simon CHOLLET**

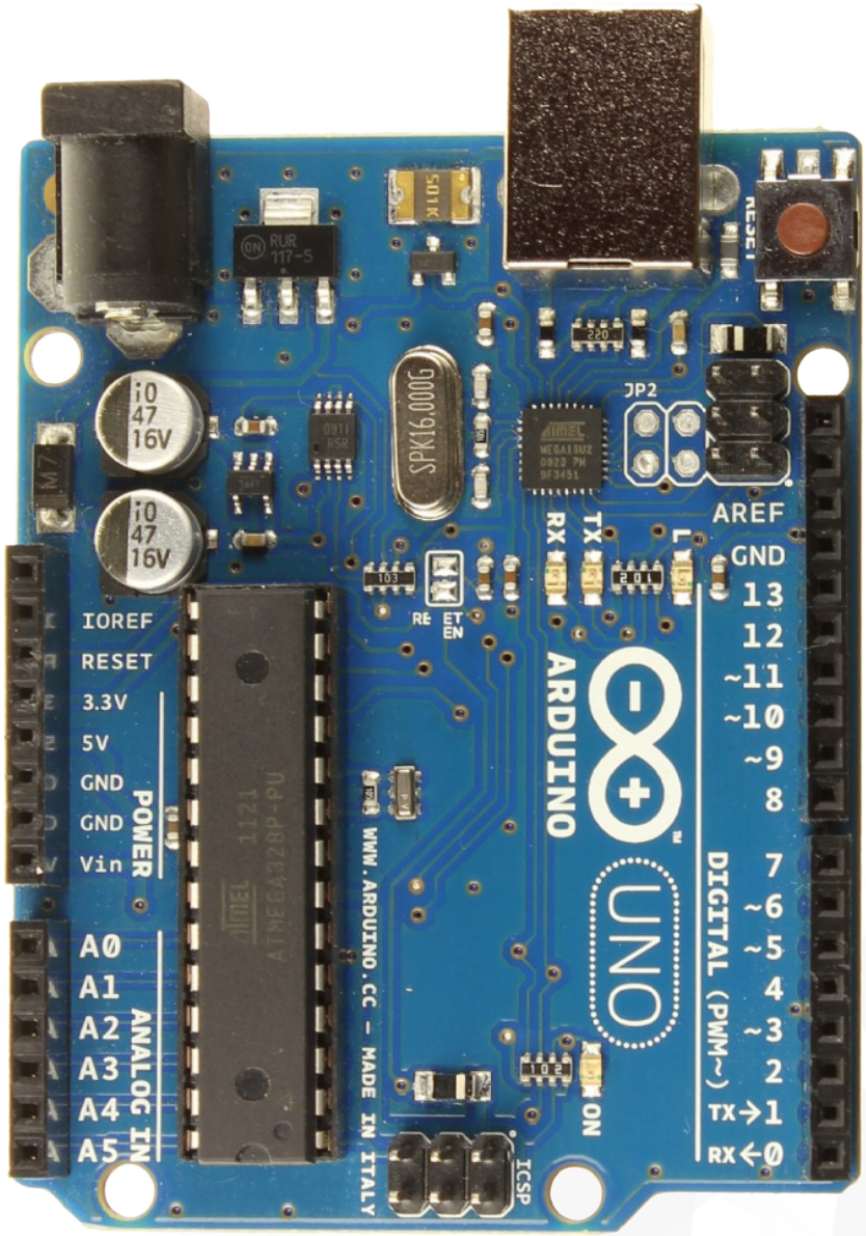
- Introduction
- Hardware : Composants matériels
- Software : le logiciel
- Pratique
- Conclusion

# Introduction

- Arduino … mais qu’est-ce que c’est ?
- Pourquoi utiliser un Arduino ?
- La famille (officielle) !

# Arduino … mais qu'est-ce que c'est ?

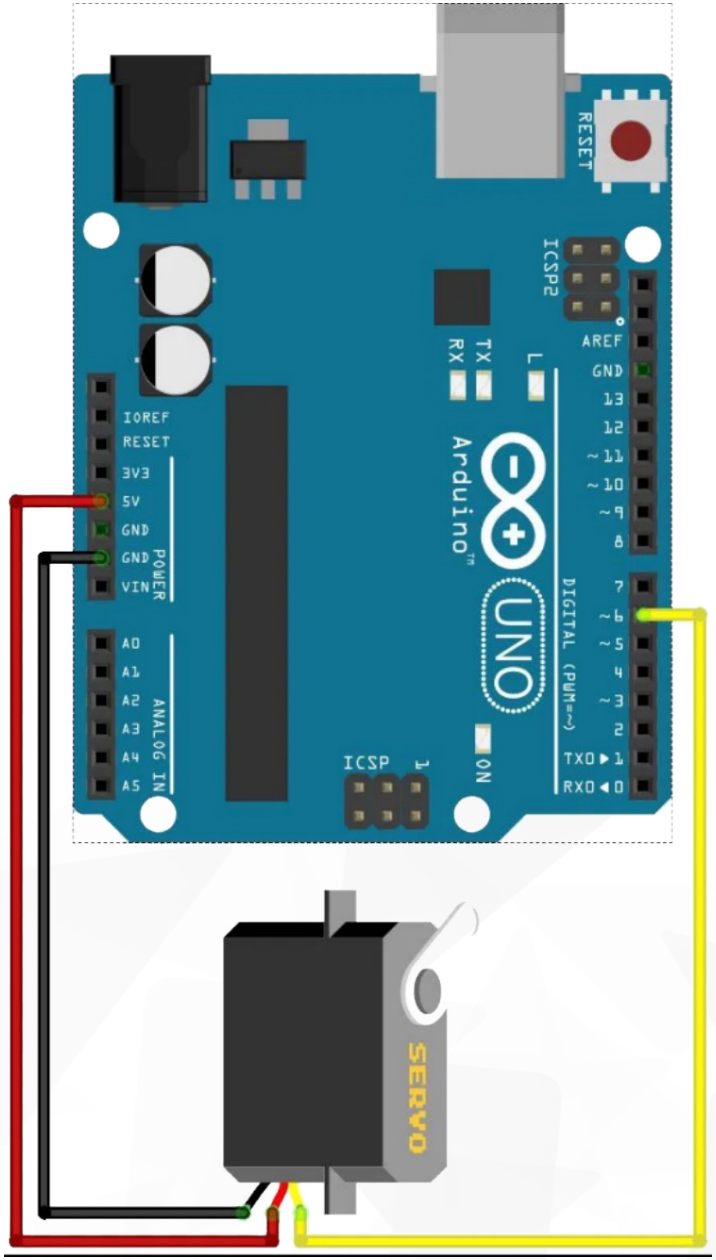
- Platine de **développement** :
  - Connexions avec l'extérieur
  - Circuit électronique avec **micro-contrôleur**
- **Open source** : tous les schémas sont disponibles
- Basée sur du **matériel** et des **logiciels** « faciles » à utiliser
- **Matériel** : capteurs, moteurs, éclairages, etc.
- **Logiciel** : éditeur de code (écriture programme), programmes déjà faits



# Pourquoi utiliser Arduino ?

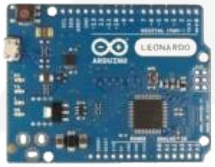
- **Débuter** et **apprendre** à programmer
- **Bricoler** des petits objets électroniques : robots, éclairages, etc.
- **S'initier** à l'électronique, s'**amuser** !
- **Peu** coûteux
- Possible d'acheter des **clones** encore moins chers
- Communauté **énorme**, beaucoup :
  - **Tutoriels** : vidéos, pages Internet
  - **Forums** de discussion
- Complètement **Open Source** :

  → on sait ce qu'il y a dedans



# La famille (officielle) !

Arduino Uno



Arduino Leonardo

Arduino Robot

Arduino Esplora

Arduino Micro

Arduino Pro Mini

Arduino Due

Arduino Yún

Arduino BT

Arduino Mega 2560

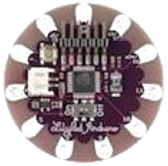
Arduino Pro

Arduino Fio

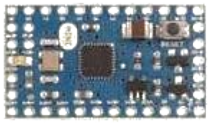
Arduino Mega ADK

Arduino Ethernet

LilyPad Arduino USB



LilyPad Arduino Simple



Arduino Mini

Arduino Nano

LilyPad Arduino SimpleSnap

LilyPad Arduino

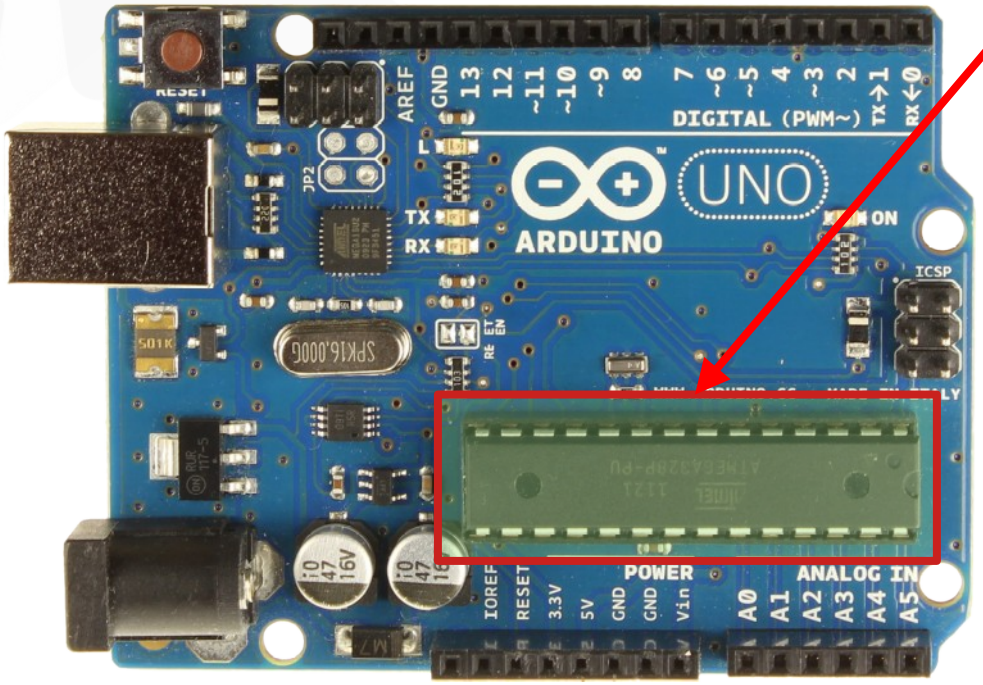
# Hardware : Composants matériels

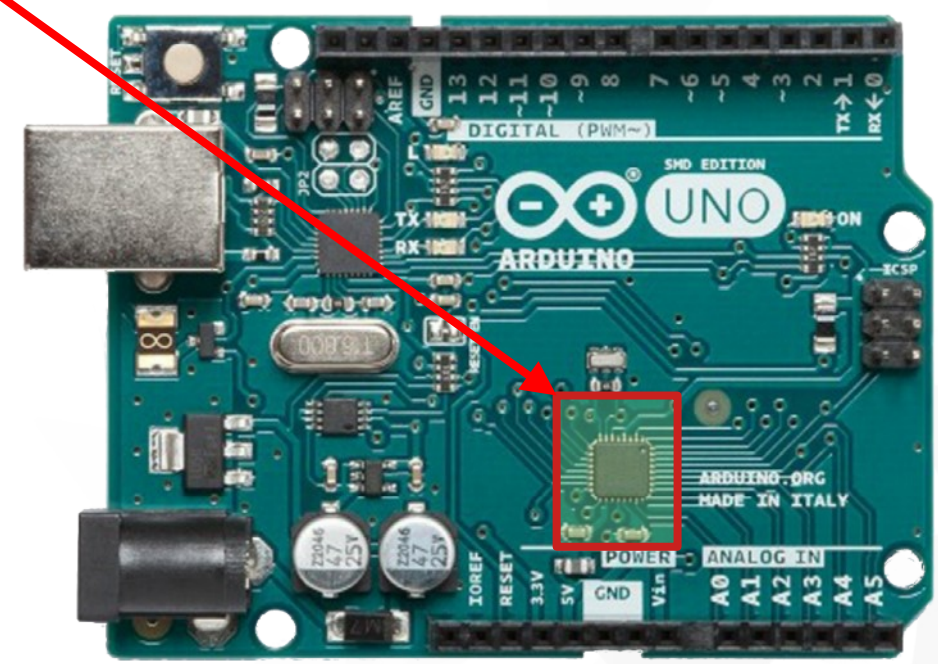
- Le microcontrôleur
- Connectique
- « Pinout » complet
- Plaque d’expérimentation
- Servomoteur

# Le microcontrôleur

- **Cerveau** de la carte
- **Stocke** dans sa mémoire et **exécute** le **programme**
- Il peut alors faire : clignoter une LED, afficher des caractères sur un écran, envoyer des données à un ordinateur, mettre en route ou arrêter un moteur …

**Microcontrôleur**



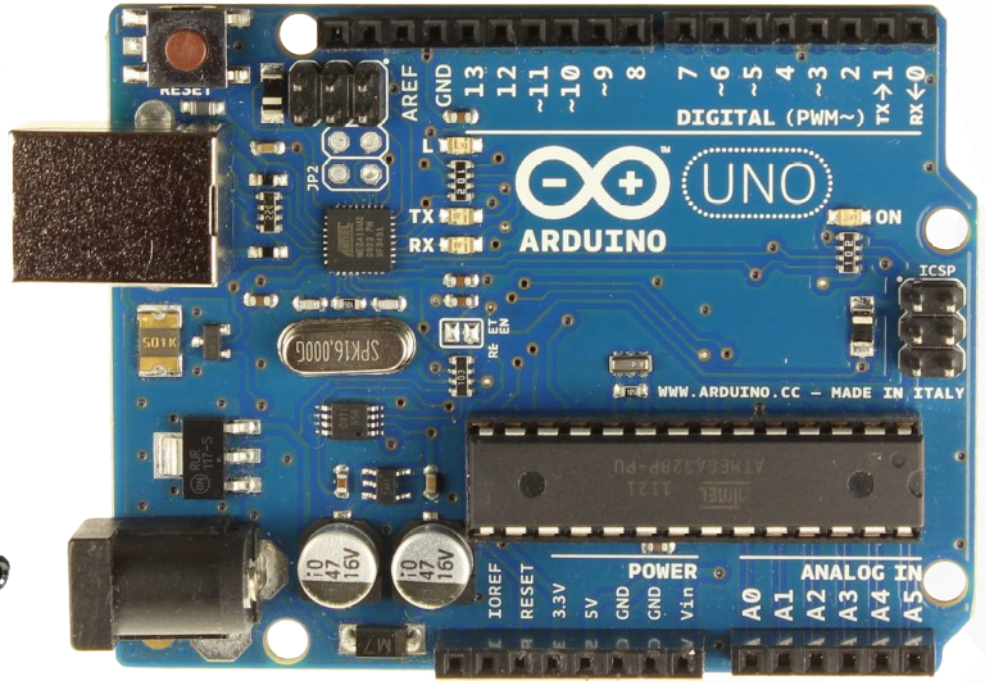



# Alimentation

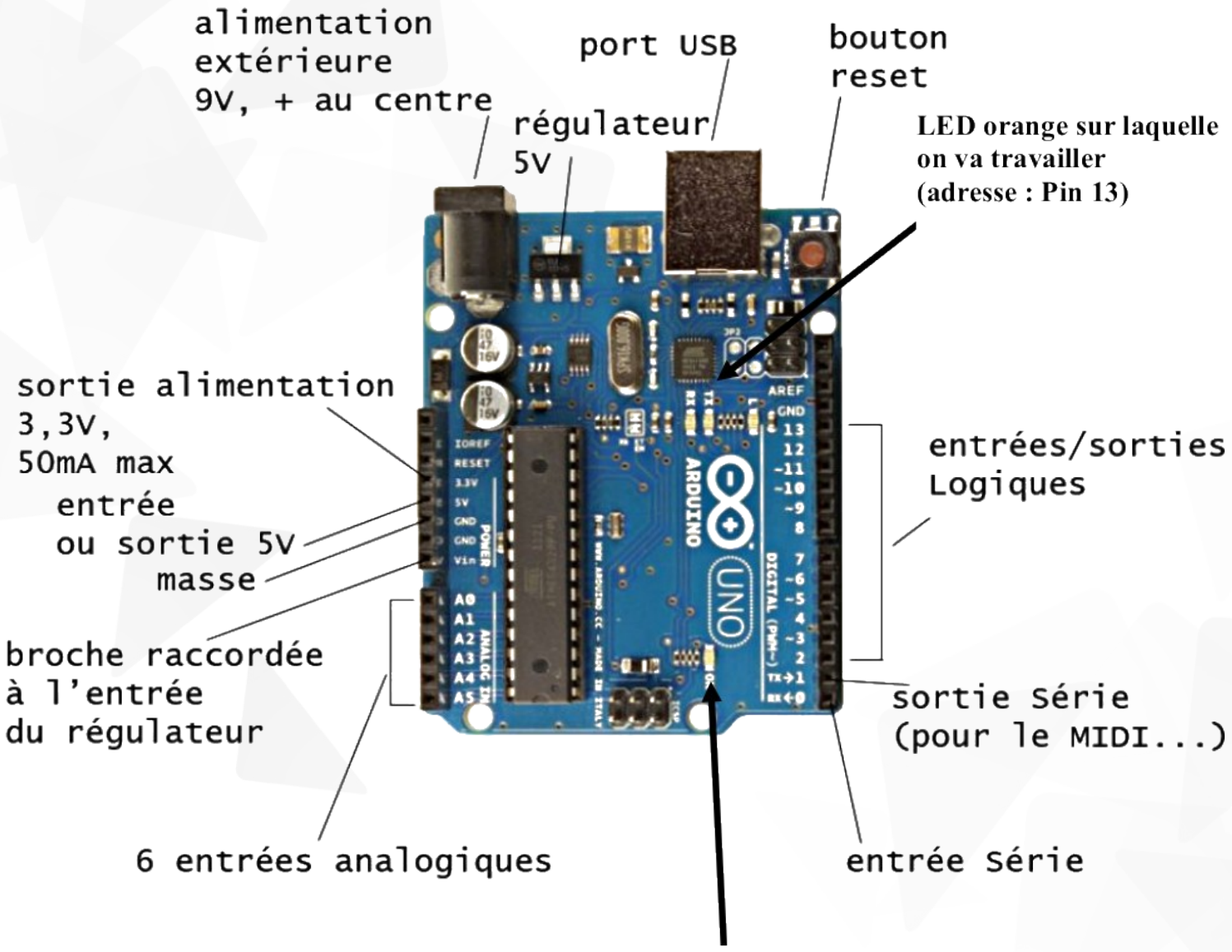
- Pour fonctionner : besoin d'**alimentation**
- Possibilités :
  - En **5V** par le port **USB**
  - Alimentation **externe** (comprise entre 7V et 12V)
  - → **Régulateur** réduit la tension à 5V

**USB**

**Externe**

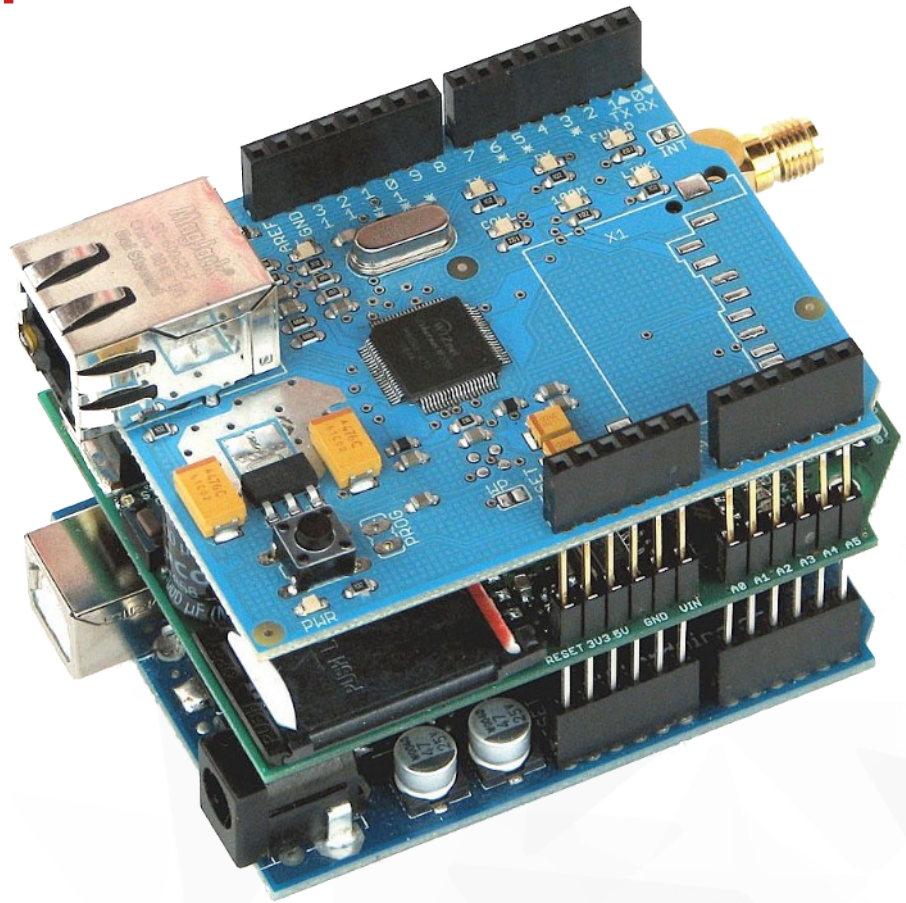


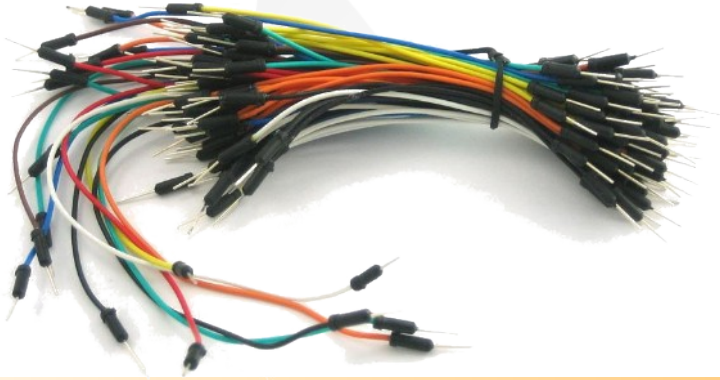
# Connectique



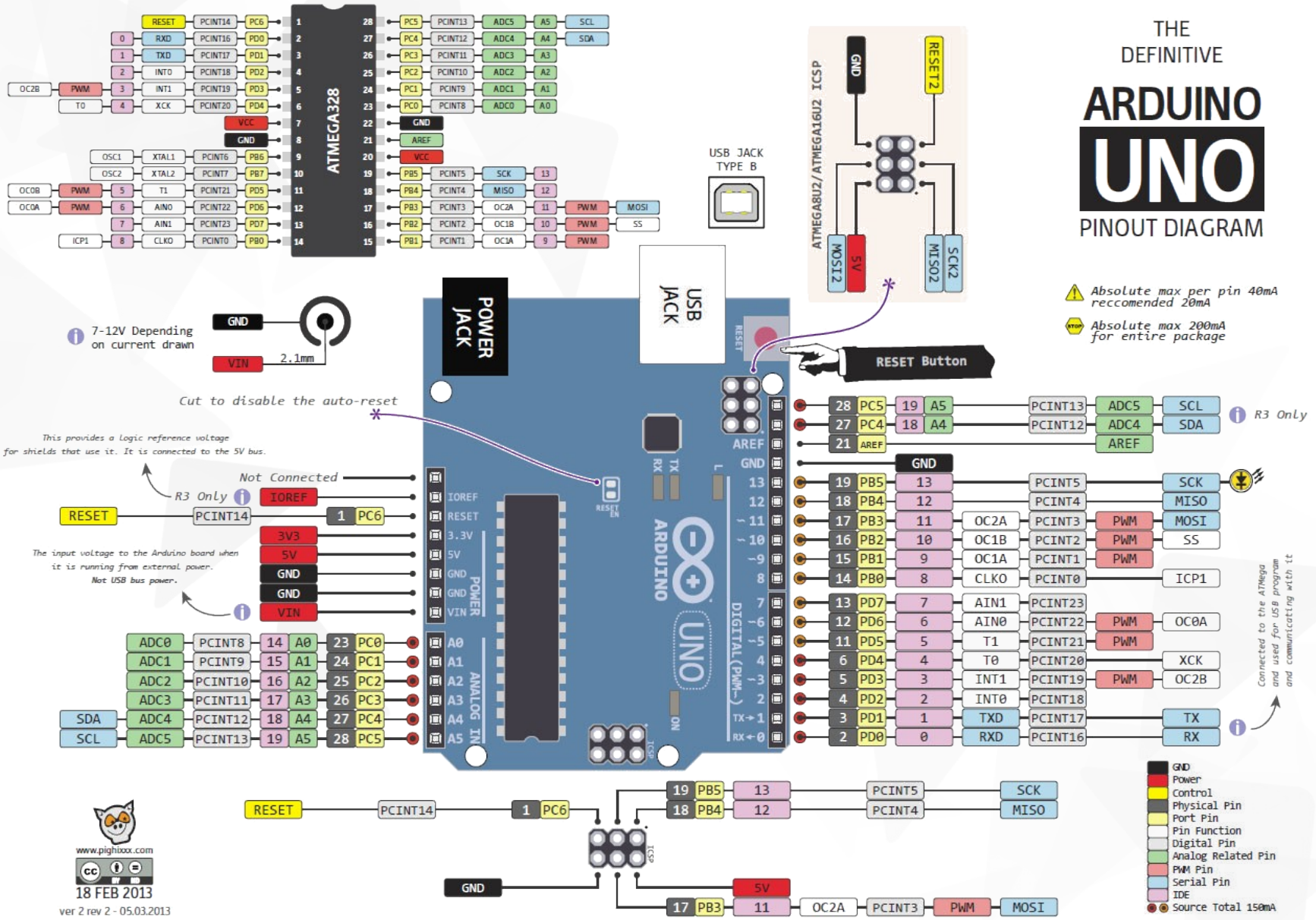
# Connectique

- **0 à 13** : Entrées/sorties **numériques**
- **A0 à A5** : Entrées/sorties **analogiques**
- **GND** : Masse (0V)
- **5V** : Alimentation 5V
- **3.3V** : Alimentation 3.3V
- **Vin** : Alimentation non stabilisée (= même que entrée carte)



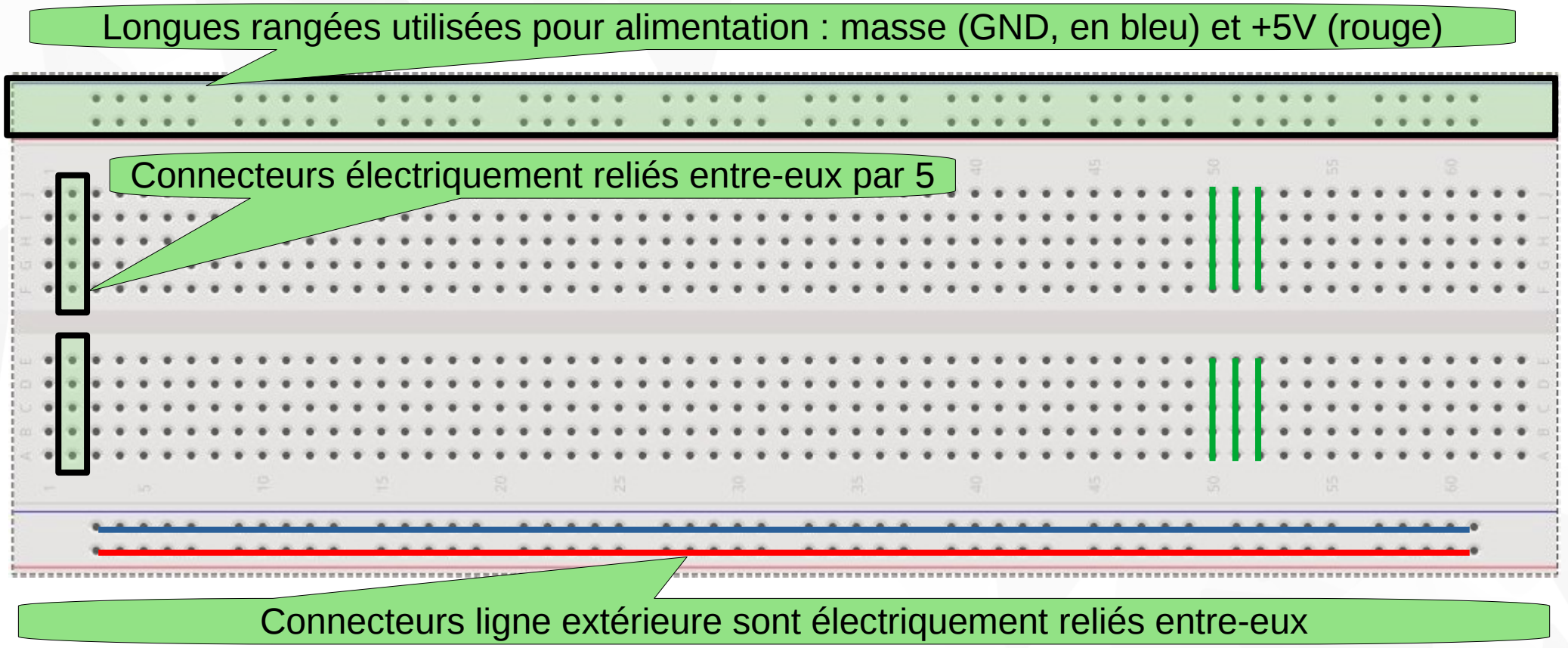


# « Pinout » complet

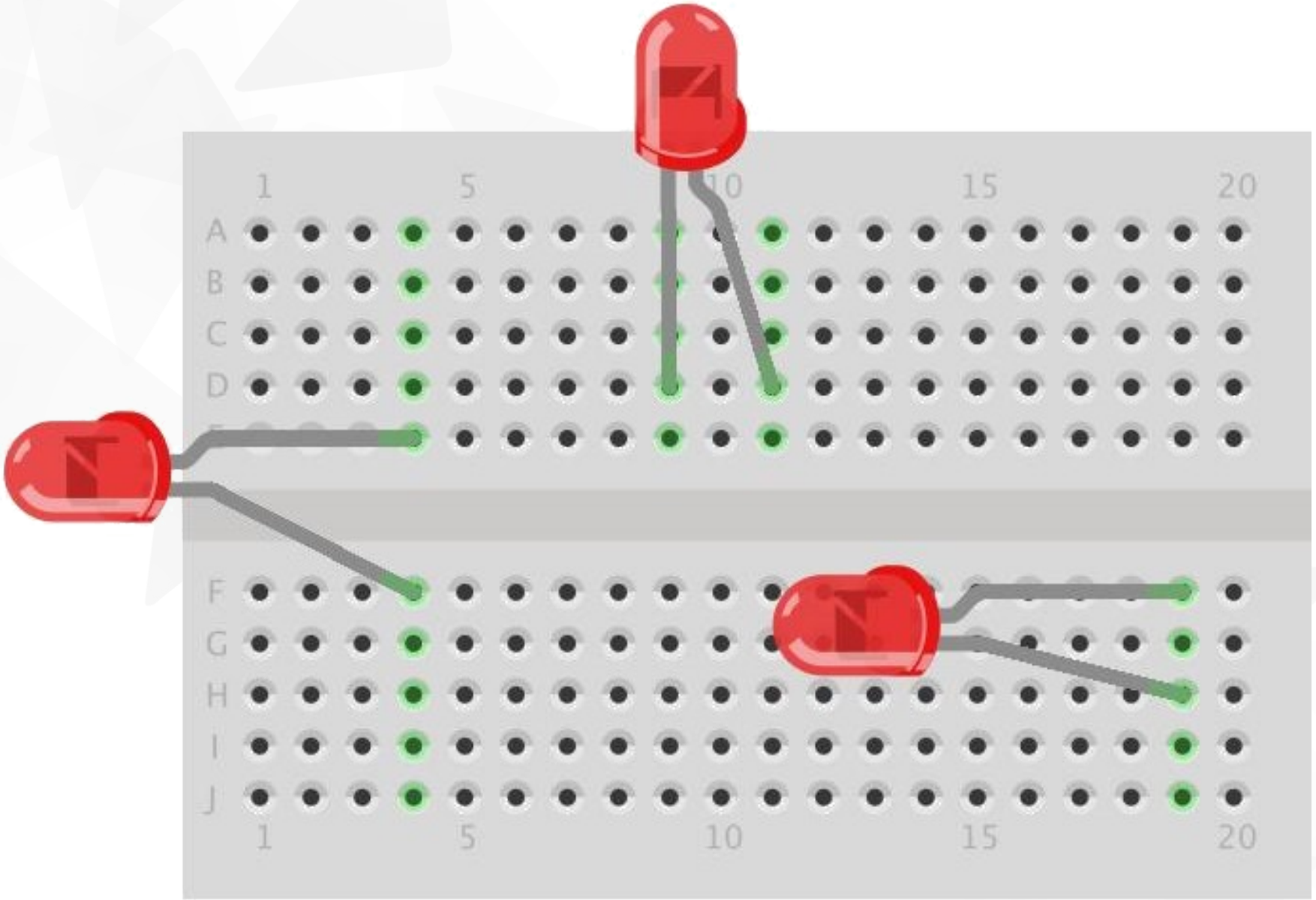


# Plaque expérimentation

- Permet de réaliser des montages **sans soudure**
- Toutes sur le **même** principe de connexions :

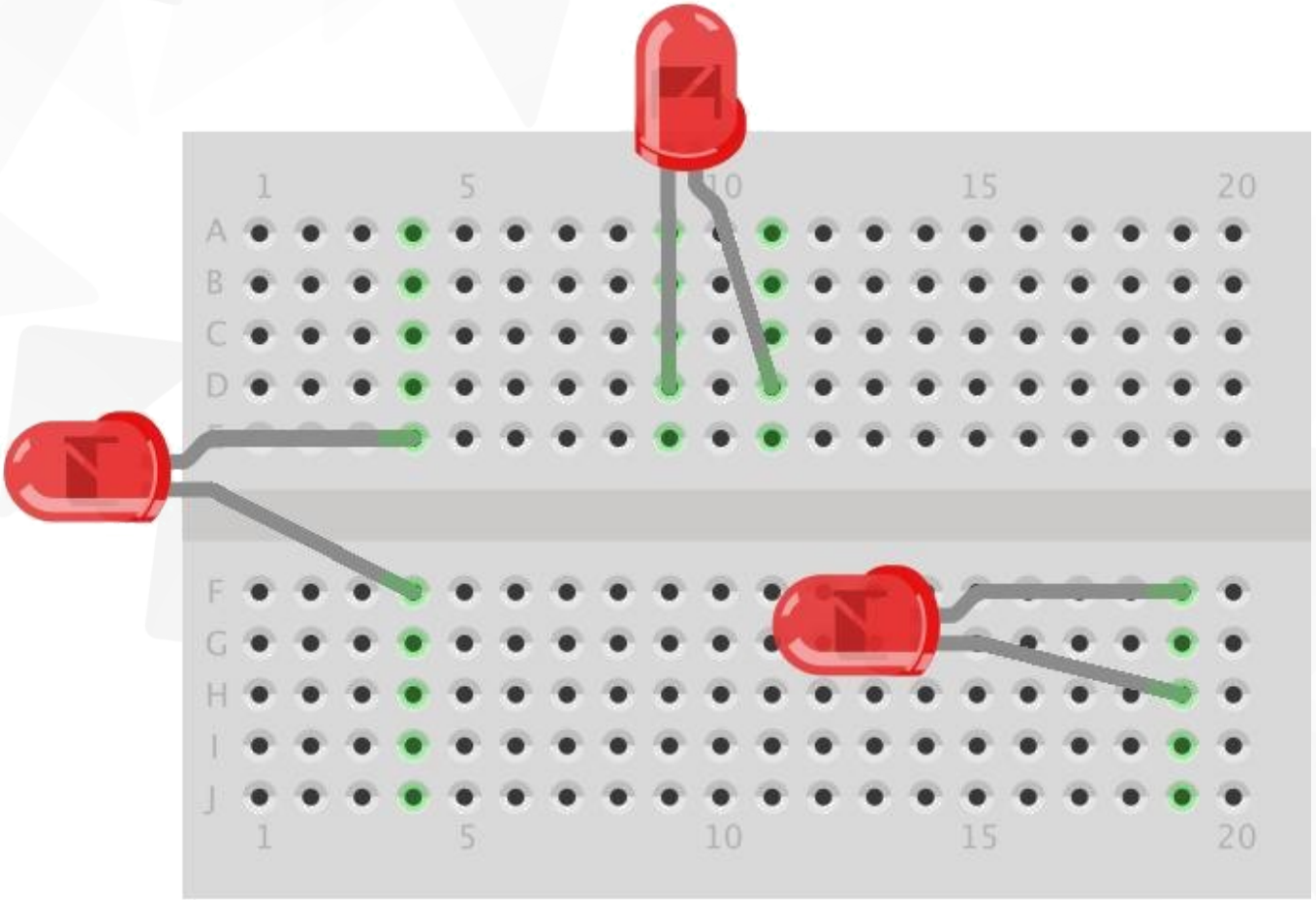


# Quiz … Qu’est-ce qui est correct ?



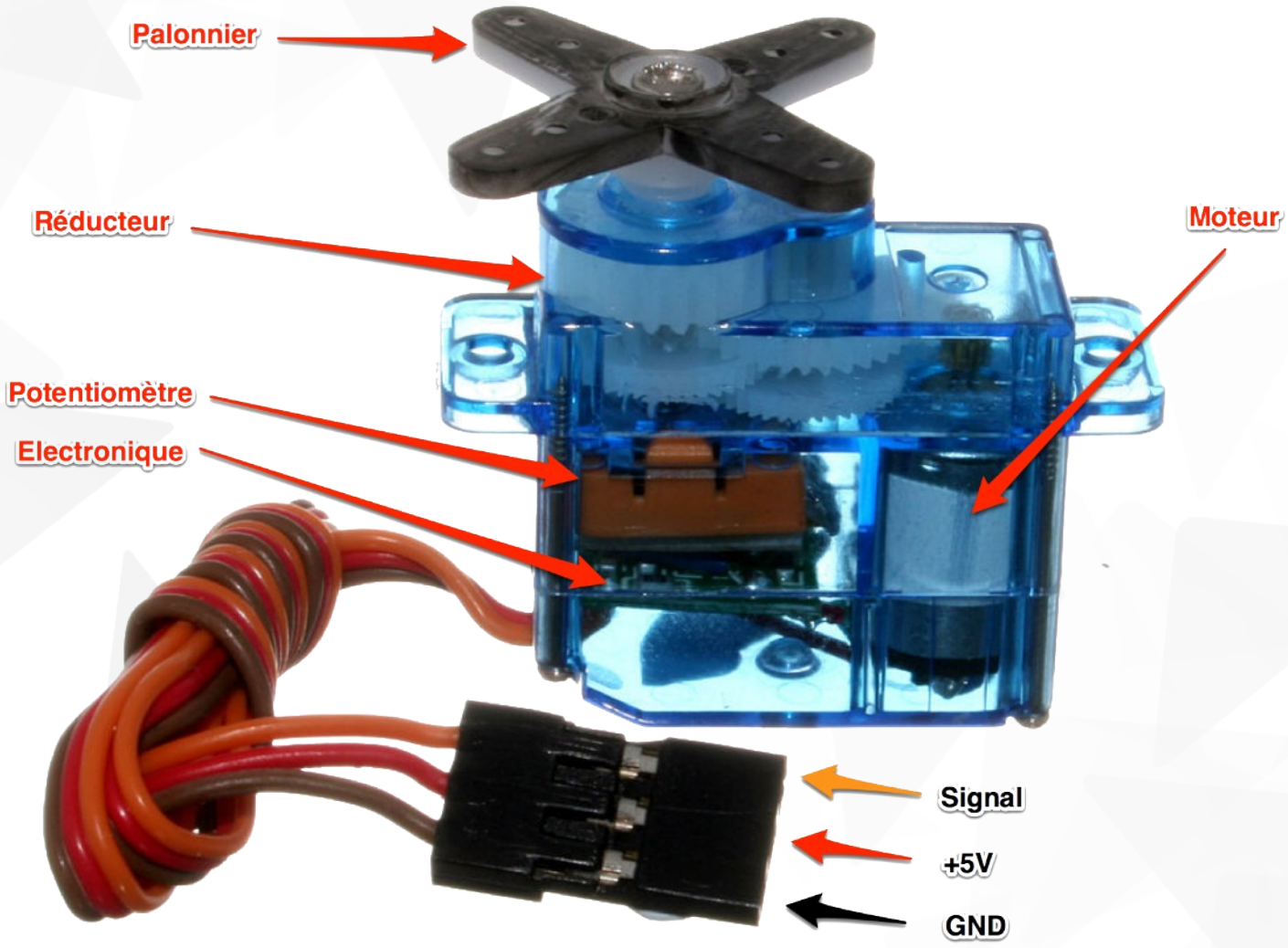
# Quiz : réponses !



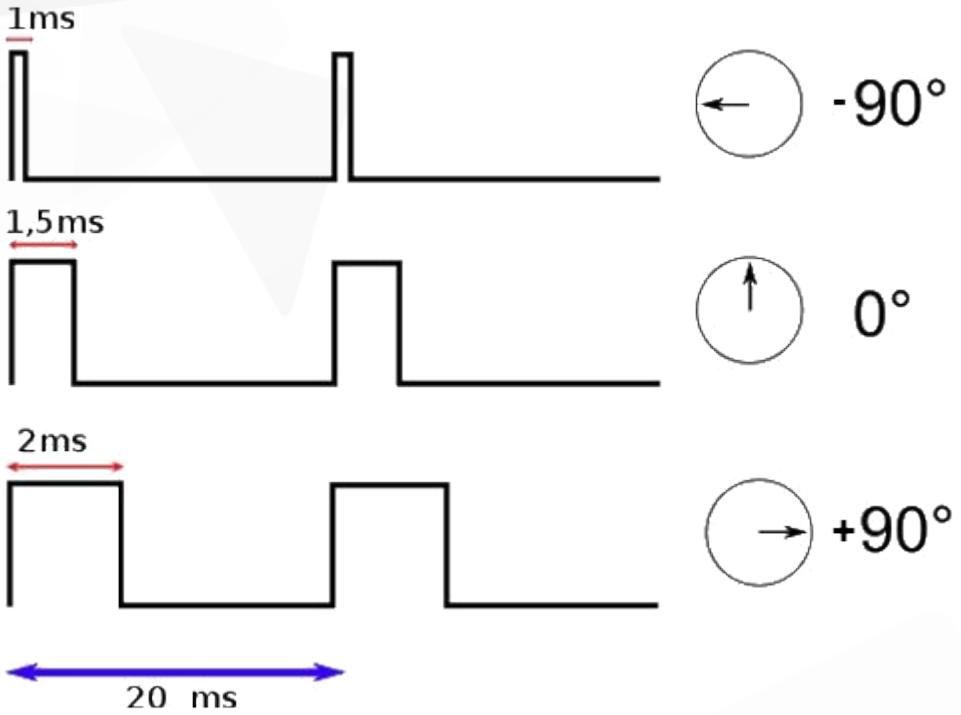
# Servomoteur (1/2)

- But : faire **tourner** des choses



# Servomoteur (2/2)

- Pilotage par **variation** de **largeur** d'impulsion :




- Une **librairie** de fonctions est incluse !

# Software : le logiciel

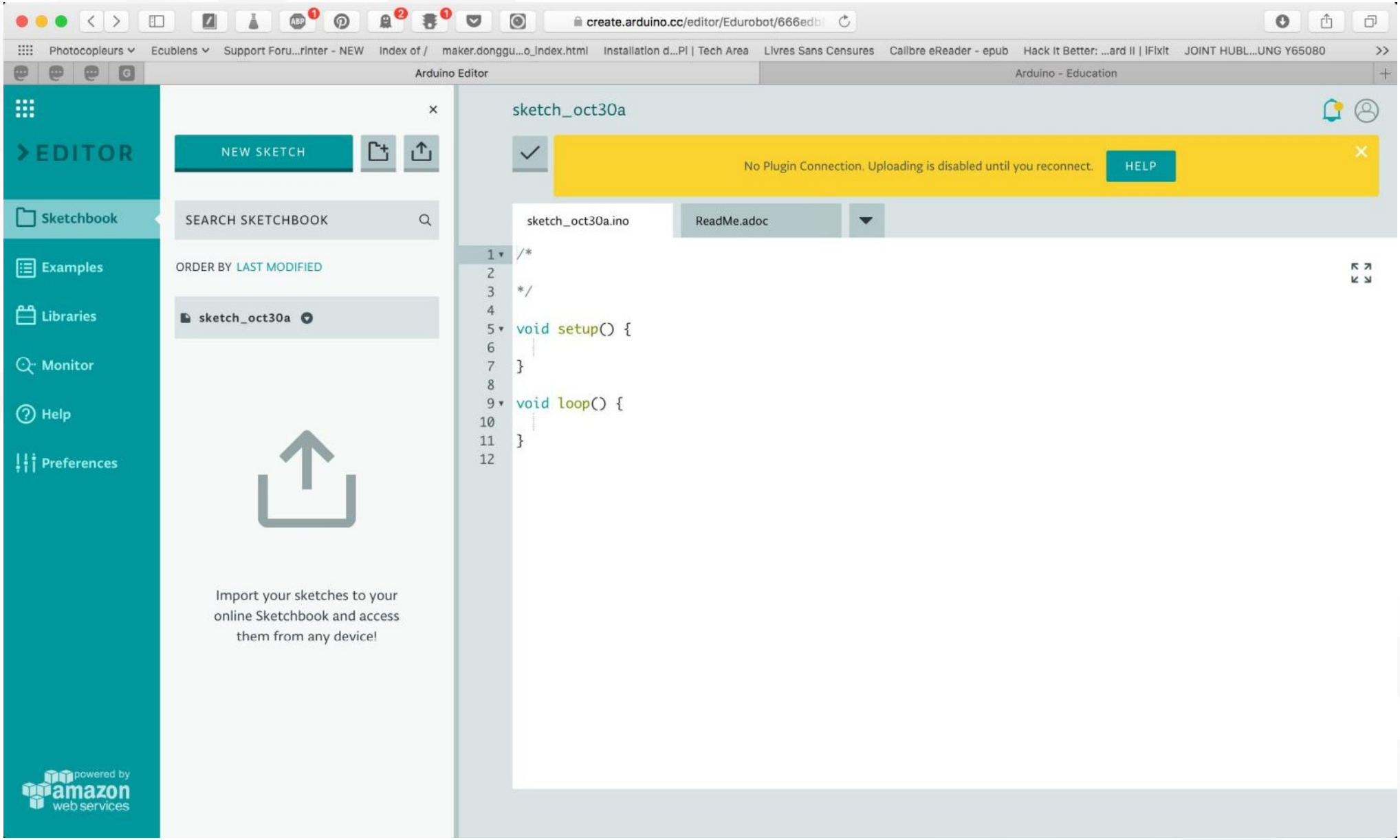
- Arduino IDE
- En local, à distance
- Les zones
- Le menu

# Arduino IDE

- Fonctionne sur : Mac, Windows et Linux
- **Créer**, **tester** et **envoyer** les programmes sur l'Arduino
- Éditeur assez **rudimentaire** …
- Permet de mettre des **couleurs** sur la **syntaxe**, dans le programme : **coloration syntaxique**
- Téléchargeable : **http://arduino.cc**, pour l'utiliser sur son ordinateur
- Possible de l'utiliser **en ligne** (connecté à Internet) : **https://create.arduino.cc/editor**

# Arduino IDE : en local

# Arduino IDE : en ligne



# Arduino IDE : les zones

# Arduino IDE : Le menu


- Bouton **1** : **Vérifier** le programme (recherche d'erreurs)
- Bouton **2** : **Envoyer** du programme sur l'Arduino
- Bouton **3** : **Créer** un nouveau fichier
- Bouton **4** : **Ouvrir** un fichier existant
- Bouton **5** : **Enregistrer** un fichier
- Bouton **6** : **Console** série (pour l'affichage)

- Un programme **ouvert** = une **nouvelle** fenêtre

# Arduino IDE : Fenêtre de programme

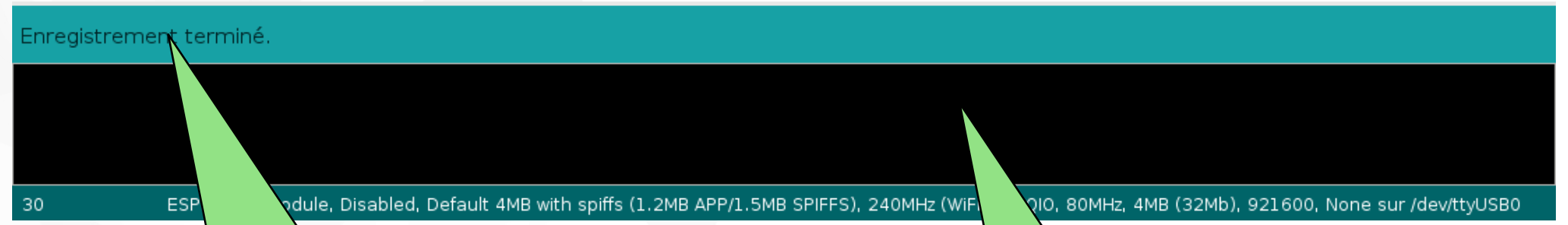
Prog1_blink

**Nom du fichier**

```
/*
Code 1 - Programmation de l'Arduino
Objectif: faire clignoter la LED montée sur la broche 13
*/

//***** FONCTION SETUP = Code d'initialisation *****
// La fonction setup() est exécutée en premier et une seule fois, au démarrage du programme
void setup()
{
  // Initialise la broche 13 comme sortie
  pinMode(13, OUTPUT);
}

//***** FONCTION LOOP = Boucle sans fin = coeur du programme *****
// la fonction loop() s'exécute sans fin en boucle aussi longtemps que l'Arduino est sous tension
void loop()
{
  // Met la broche 13 au niveau haut = allume la LED
  digitalWrite(13, HIGH);

  // Pause de 1000ms = 1 seconde
  delay(1000);

  // Met la broche 13 au niveau bas = éteint la LED
  digitalWrite(13, LOW);

  // Pause de 1000ms = 1 seconde
  delay(1000);
}
```

**Programme**

# Arduino IDE : Fenêtre de contrôle




**Messages de l'application**

**Zone d'affichage erreurs**

ESP32 Dev Module, Disabled,

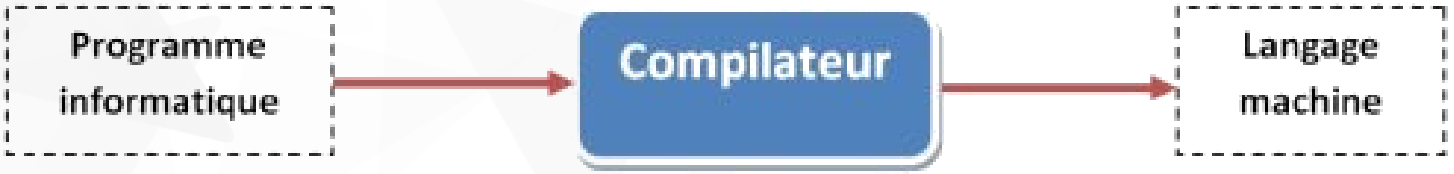
None sur /dev/ttyUSB0

**État de la connexion avec l'Arduino**

# Software : la programmation

- Compilation
- La syntaxe du langage
- Déroulement du programme
- Quelques éléments de syntaxe
- Variables – Constantes
- Les types de variables
- Conditions
- Boucles

# Compilation




```
// constants won't change. They're used here to
// set pin numbers:
const int buttonPin = 2;     // the number of the pushbutton pin
const int ledPin =  13;      // the number of the LED pin

// variables will change:
int buttonState = 0;         // variable for reading the pushbutton status

void setup() {
  // initialize the LED pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  // initialize the pushbutton pin as an input:
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop(){
  // read the state of the pushbutton value:
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  // check if the pushbutton is pressed.
  // if it is, the buttonState is HIGH:
  if (buttonState == HIGH) {
    // turn LED on:
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  else {
    // turn LED off:
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}
```

Traduction

"00010011001110001110101001110
00111111011010001000000100011
10001000010000111111100111100
11001100010000011100011100101
00011011101010101000100111000
01100010000111111001111000101
11001001111110011111101100111 0
00110101101001010001100111000
11010110101101001110111110110 0
01010101011011011011110111010
01011011010111011101011011111"

# La syntaxe du langage

- **Syntaxe** = règles d'écriture du langage
- Langage très proche du **C/C++**
- Le code **minimal** :

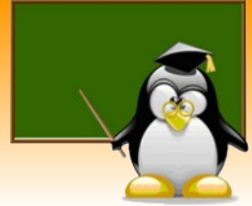
```
// Fonction d'initialisation de la carte
void setup()
{
  // Contenu de l'initialisation
}

// Fonction principale, elle se répète (s'exécute) à l'infini
void loop()
{
  // Contenu de votre programme
}
```

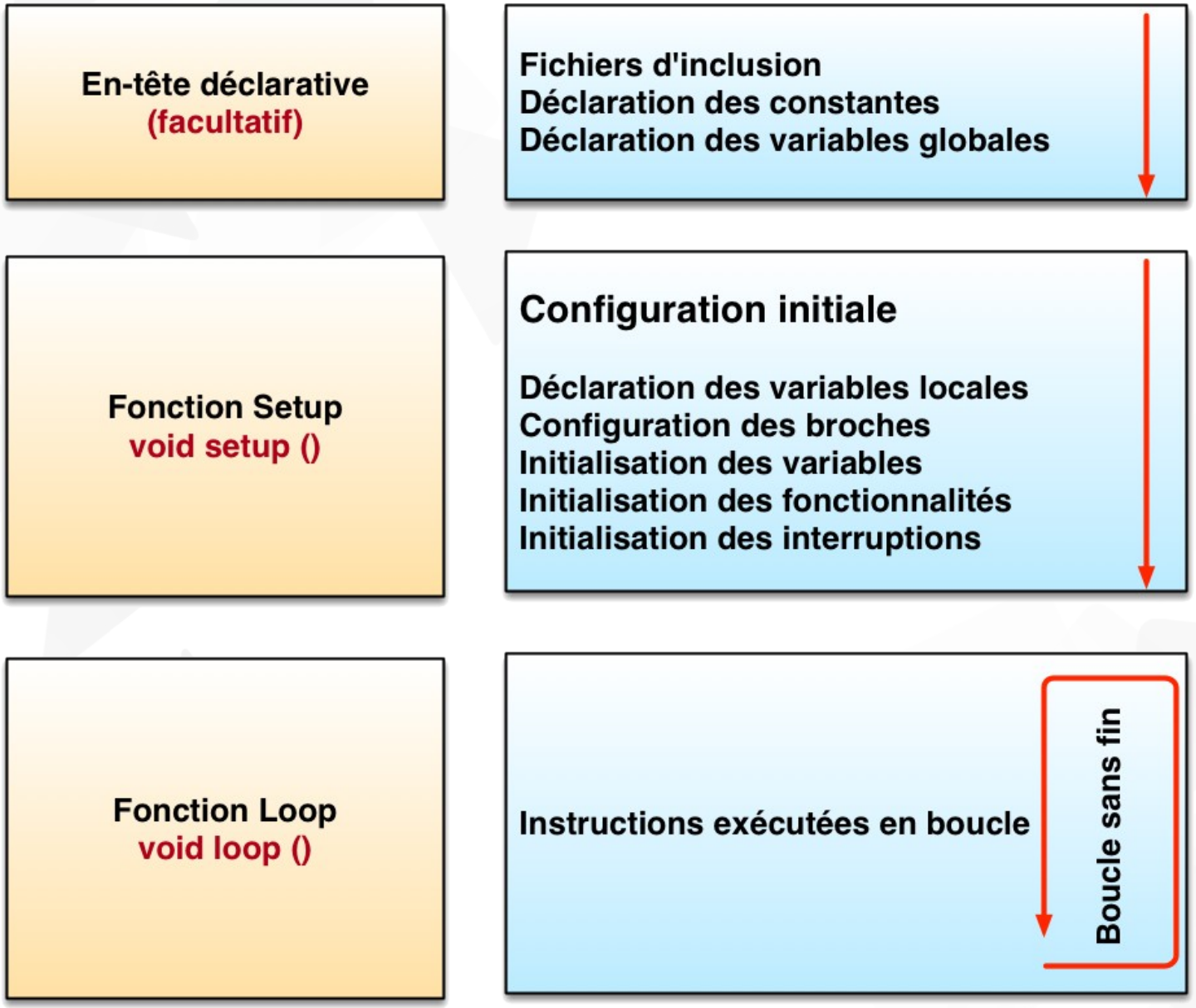
- **Pas obligé** de remplir les 2 fonctions
- Mais **obligé** de les écrire

# Quelques règles

- **Attention** aux majuscules, minuscules
- **Pas** de chiffre au début des noms
- Pas d'**accent**, sauf dans les commentaires
- Lisibilité du code :
  - Mettre des **lignes vides** pour aérer
  - Indenter le code : tabulations
- Nom de variable compréhensible
  -

# Déroulement du programme





# Quelques éléments de syntaxe

- **Instructions** : lignes de code qui disent au programme : ‘fait ceci, fait cela, ...’
- ‘**;**’ : terminent les instructions
- ‘**{**‘ et ‘**}**’ : ‘**conteneur**’, utilisées pour le **contenu** de :
  - Une fonction
  - Une condition
  - Une boucle
- **Commentaires** : lignes de code **non exécutées**
  - Pour **une** ligne : ‘**//**’
  - Pour **plusieurs** lignes : ‘**/* */**’
  - **Exemples** :

```
// Cette ligne est un commentaire sur UNE SEULE ligne
/* Cette ligne est un commentaire, sur PLUSIEURS lignes
qui sera ignoré par le programme, mais pas par celui qui lit le
code */
```

SYNTAXE

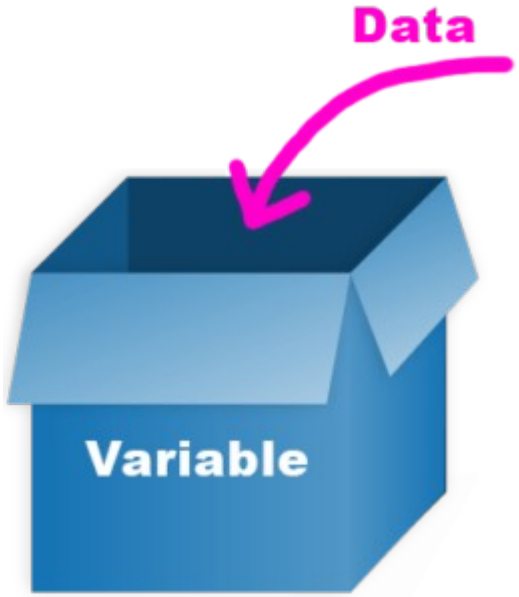
# Variables – Constantes

- **Variables** :
  - Valeurs qui **peuvent changer**
  - Peuvent avoir une **valeur initiale**
  - Doivent être définies avec un **type**
  - Exemples :

```
int compteur = 0;
float temperature = 21.5;
```

- **Constantes** :
  - Valeurs qui **ne changent pas**
  - Définies par la syntaxe : **#define**
  - Souvent en **majuscules**
  - Exemples :

```
#define LED_ROUGE = 13;
#define TEMP_ATTENTE = 1.2;
```




# Les types de variables

- Types **signés** => **négatifs** ou **positifs**

| Type | Min .. Max | Nb. bits | Nb. Octets |
|---|---|---|---|
| **int** | -32 768 à +32 767 | 16 bits | 2 octets |
| **long** | -2 147 483 648 à +2 147 483 647 | 32 bits | 4 octets |
| **char** | -128 à +127 | 8 bits | 1 octet |
| **float** | $-3.4 \times 10^{38}$ à $+3.4 \times 10^{38}$ | 32 bits | 4 octets |
| **double** | $-3.4 \times 10^{38}$ à $+3.4 \times 10^{38}$ | 32 bits | 4 octets |

- Types **non signés** => **positifs** (unsigned)

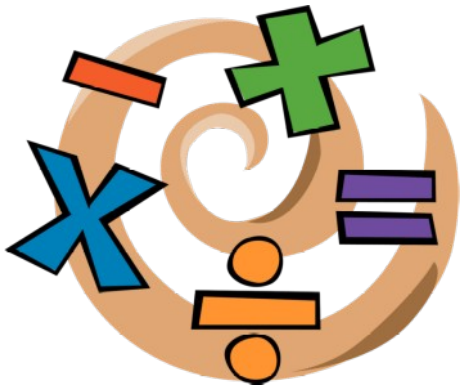
| Type | Min .. Max | Nb. bits | Nb. Octets |
|---|---|---|---|
| **unsigned char** | 0 à 255 | 8 bits | 1 octet |
| **unsigned int** | 0 à 65 535 | 16 bits | 2 octets |
| **unsigned long** | 0 à 4 294 967 295 | 32 bits | 4 octets |

- Types **supplémentaires**

| Type | Min .. Max | Nb. bits | Nb. Octets |
|---|---|---|---|
| **byte** | 0 à 255 | 8 bits | 1 octet |
| **word** | 0 à 65 535 | 16 bits | 2 octets |
| **boolean** | 0 à 1 | 1 bit | 1 octet |

# Opérations – Maths

- Opérations **simples** :
  - Addition : **+** → `A = 12 + 3; // A = 15`
  - Soustraction : **-** → `A = 10 – 4; // A = 6`
  - Multiplication : ***** → `A = 10 * 2; // A = 20`
  - Division : **/** → `A = 10 / 5; // A = 2`
  - Modulo (reste division entière) : **%** → A = 5 % 2; `// A = 1`



- **Combinaisons** des opérateurs possible :
  - Incrémentation : **+=** → `A += 2; // c-a-d : A = A + 2`
  - Décrémentation : **-=** → `A -= 2; // c-a-d : A = A – 2`
  - Multiplication : ***=** → `A *= 2; // c-a-d : A = A * 2`
  - Division : **/=** → `A /= 2; // c-a-d : A = A / 2`
- Possible d'**autres** : **sin()**, **tan()**, **exp()**, **sqrt()**, etc.

# Conditions

- Choix à faire entre **plusieurs propositions**
- **Tester** les variables
- Opérateurs de **comparaison** :

| Symbole | Signification |
|---|---|
| `==` | `A == B` : A est égal à B ? |
| `<` | `A < B` : A est inférieur à B ? |
| `>` | `A > B` : A est supérieur à B ? |
| `<=` | `A <= B` : A est inférieur ou égal à B ? |
| `>=` | `A >= B` : A est supérieur ou égal à B ? |
| `!=` | `A != B` : A est différent de B ? |

- Opérateurs **logiques** :

| Symbole | Signification |
|---|---|
| `&&` | `CondA && CondB` : Condition A et condition B sont vraies |
| `\|\|` | `CondA \|\| CondB` : Condition A ou condition B est vraie |
| `!` | `CondA ! CondB` :Condition A est différente de condition B |

# Conditions

```
if (condition1) {
  action1();
}
else {
  action2();
}

if (condition1) {
  action1();
}
else if (condition2) {
  action2();
}
else {
  action3();
}
```

```
switch (valeur) {
  case 0:
    action1();
    break;

  case 1:
    action2();
    break;

  default:
    action3();
    break;
}
```

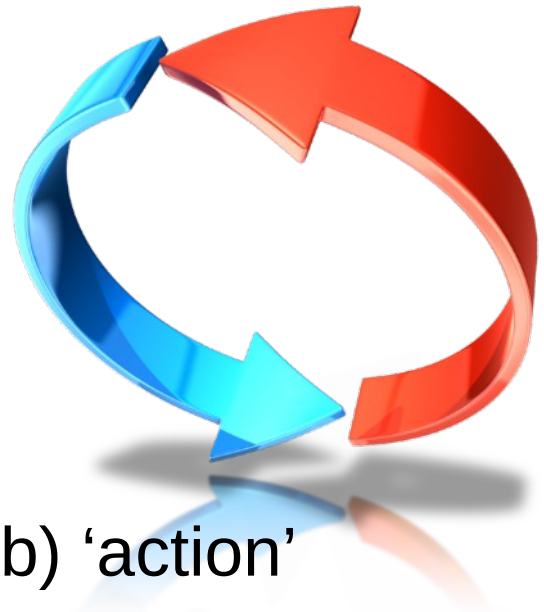
# Boucles

- Boucle **While** : tant que condition est **vraie**, alors ‘action’

```
while(condition) {
  action
}
```

  - Exemple :

```
int compteur = 0 ;
while(compteur < 5) {
  compteur++ ;
}
```



- Boucle **For** : exécuter un **nombre de fois** (nb) ‘action’

```
for(i=0 ; i < nb ; i++) {
  action
}
```

  - Exemple :

```
for(int i=0 ; i< 5 ; i++) {
  print(i);
}
```

# Software : la programmation

- Fonctions sur entrées/sorties digitales
- Fonctions sur entrées/sorties analogiques
- Fonctions sur lien série

# Fonctions sur entrées/sorties digitales

- Fonction **`pinMode(noBroche, mode)`** :
  - Configure broche → entrée ou sortie
  - Exemple : configuration broche 13 en sortie :
    ```
    pinMode(13, OUTPUT);
    ```

- Fonction **`digitalWrite(noBroche, valeur)`** :
  - Ecrit un état (haut = **`HIGH`** ou bas = **`LOW`**) sur broche
  - Exemple : met à l'état haut la broche 13 :
    ```
    digitalWrite(brocheLED, HIGH);
    ```
- Fonction **`digitalRead(noBroche)`** :
  - Lit l'état (haut ou bas) d'une broche
  - Exemple : lit l'état de la broche 13 :
    ```
    etat = digitalRead(13);
    ```

# Fonctions sur entrées/sorties analogiques

- Fonction **`analogRead(noBroche)`** :
  - Lit la valeur analogique sur une broche
  - Exemple : lit la valeur sur la broche A3 :

```
valeur = analogRead(3);
```

- Fonction **`analogWrite(noBroche, valeur)`** :
  - Écrit une valeur analogique (un PWM = modulation en largeur d'impulsion) sur une broche
  - Exemple : écrit une valeur analogique sur le PWM1 de 250 :

```
analogWrite (9, 250);
```

# Fonctions sur lien série (1/2)

- Fonction **`Serial.begin(debit)`** :
  - Fixe la vitesse de communication avec le lien série
  - Exemple : règle la vitesse à 9600 bps :
    ```
    Serial.begin(9600);
    ```
- Fonction **`Serial.available()`** :
  - Retourne le nombre de caractères disponibles sur le lien série
  - Exemple : nombre de caractères disponibles :
    ```
    int nbCarac = Serial.available();
    ```
- Fonction **`Serial.read()`** :
  - Lit un caractère disponible sur le lien série
  - Exemple : lit un caractère :
    ```
    char carac = Serial.read();
    ```

# Fonctions sur lien série (2/2)

- Fonction **`Serial.print(donnees {, type })`** :
  - Envoie des données sur le port série.
  - Exemple : envoie le message ‘Bonjour !’ :

```
Serial.print("Bonjour !");
```

- Fonction **`Serial.println({donnees {, type}})`** :
  - Envoie des données sur le port série, avec saut de ligne
  - Exemple: envoie le message ‘Bonjour !’, puis ‘A tout le monde’ :

```
Serial.println("Bonjour !");
Serial.println("A tout le monde");
```

# Pratique

- Clignotement LED
- Chenillard avec 4 LED

# Clignotement LED

- Faire un **nouveau fichier** → clic sur bouton :

- **Recopier** le code ci-dessous :

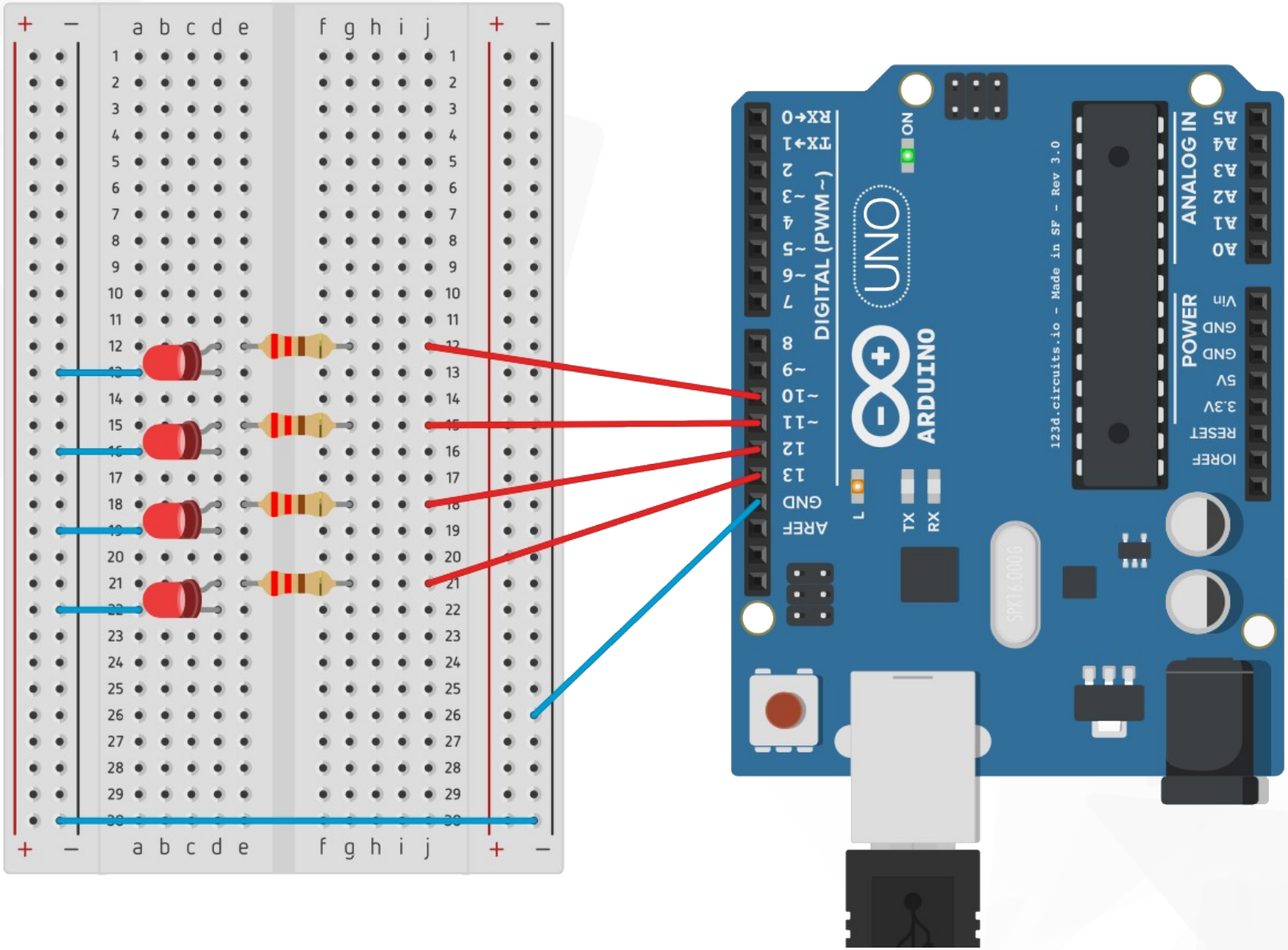
Prog1_blink §

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH);

  delay(1000);

  digitalWrite(13, LOW);

  delay(1000);
}
```

- **Envoyer** vers l'Arduino → clic sur bouton :

- **Bonus** : changer '**1000**' par : '**500**' ou '**2000**'

# Chenillard 4 LED : montage



# Chenillard 4 LED : programme

- Faire un **nouveau fichier** → clic sur bouton :

- **Recopier** le code ci-dessous :

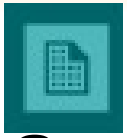
Prog2_chenillard4 §

```
int i;

void setup()
{
  for(i=0; i < 4; i++) {
    pinMode(10 + i, OUTPUT);
  }
}

void loop()
{
  for(i=0; i < 4; i++) {
    digitalWrite(10 + i, HIGH);

    delay(100);

    digitalWrite(10 + i, LOW);

    delay(100);
  }
}
```

- **Envoyer** vers l'Arduino → clic sur bouton :

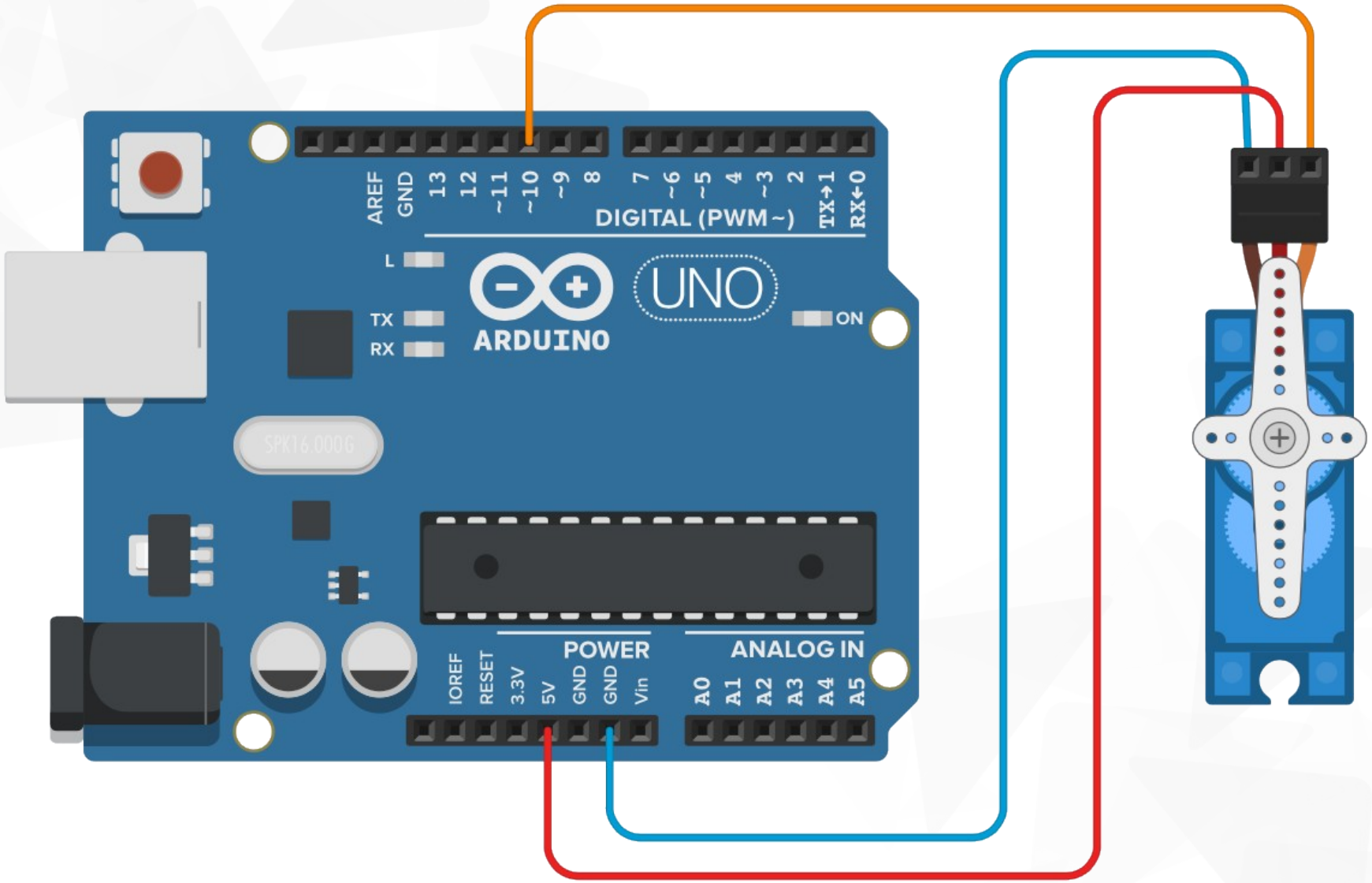
- **Bonus** : changer '**100**' par : '**500**' ou '**1000**'

# Servomoteur

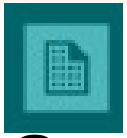
- Faire un **nouveau fichier** → clic sur bouton : 
- **Faire** : Croquis → Inclure une bibliothèque → Servo
- **Redémarrer** le logiciel
- **Recopier** le code ci-dessous (et l'envoyer) :

```
#include <Servo.h>

Servo monServo;

void setup()
{
  monServo.attach(9);
}

void loop()
{
  for (int pos=0; pos<=180; pos++) {
    monServo.write(pos);
    delay(15);
  }
}
```

# Servomoteur : montage

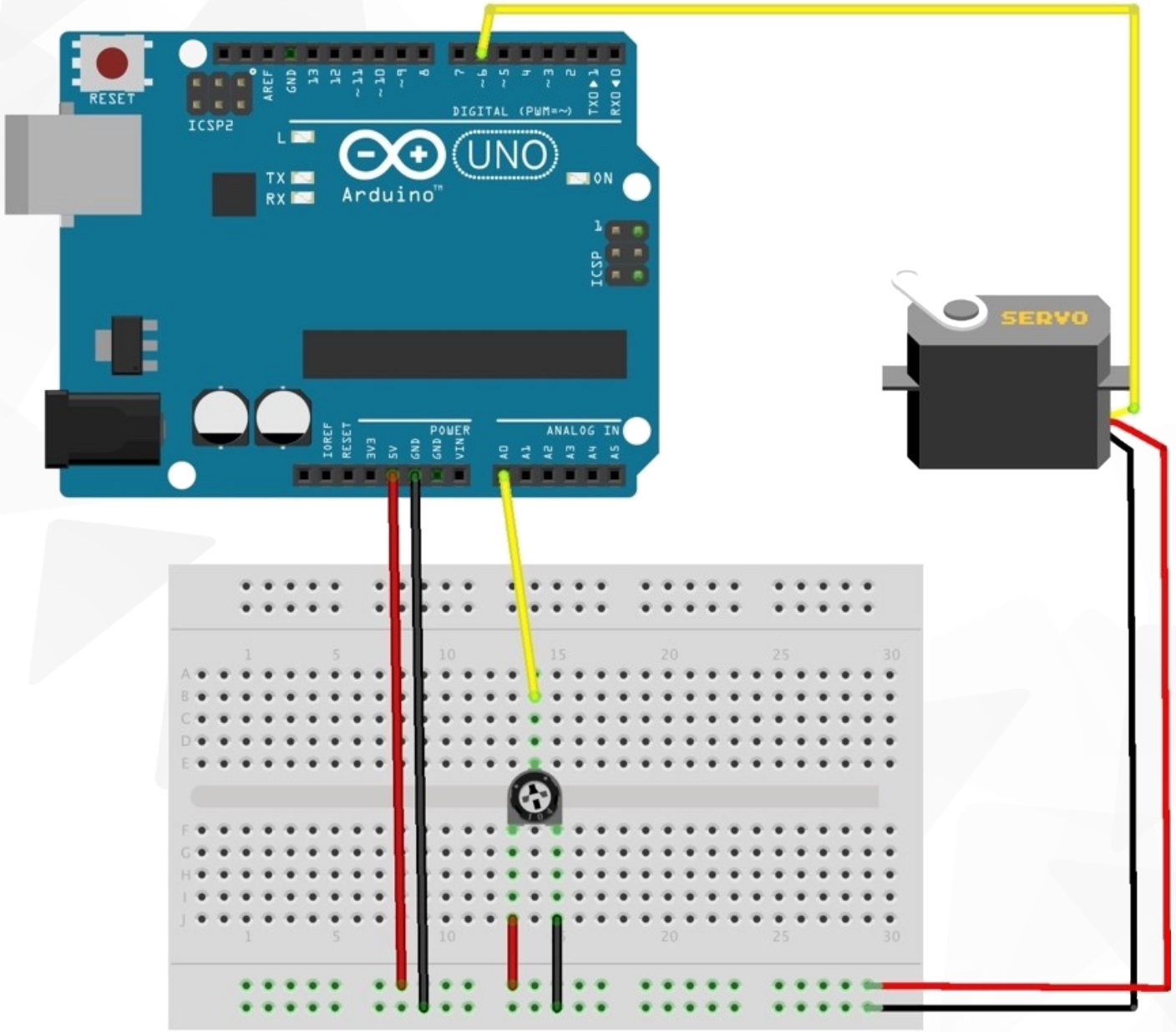


# Servomoteur 2

- Faire un **nouveau fichier** → clic sur bouton : 
- **Faire** : Croquis → Inclure une bibliothèque → Servo
- **Redémarrer** le logiciel
- **Recopier** le code ci-dessous (et l'envoyer) :

```
#include <Servo.h>

Servo monServo;

int pinmonServo=9;
int pinPotar=A0;

void setup()
{
  monServo.attach(pinmonServo);
}

void loop()
{
  int valeurPotar=analogRead(pinPotar);
  int angle=map(valeurPotar, 0,1023,0,180);
  monServo.write(angle);
}
```

# Servomoteur 2 : montage



# Conclusion

- Récapitulatifs rapides
- Ressources Internet

# Récapitulatif rapide (1/4)

- **Syntaxe** du langage :
  - `;` : point-virgule pour la fin d'une instruction
  - `{ }` : accolades pour bloc d'exécution
  - `//` : commentaire d'une ligne
  - `/* */` : commentaire multi-lignes
  - `#define` : définition de constante
- **Structures** de contrôle :
  - `if () {} .. else {}` : condition
  - `switch () {case : break; default : break;}`
- **Boucles** :
  - `for (i=0; i<fin ; i++) {}` : boucle de i=0 à i=fin
  - `while() {}` : tant que

# Récapitulatif rapide (2/4)

- **Variables** :
  Éléments utilisés pour stocker valeurs changeantes
- **Constantes** :
  Éléments non modifiables par programme
- **Types** :
  - **`char`** : caractère
  - **`int`** : entier
  - **`float`** : réel
- Constantes **prédéfinies** :
  - **`HIGH`** : état haut
  - **`LOW`** : état bas
  - **`INPUT`** : entrée
  - **`OUTPUT`** : sortie

# Récapitulatif rapide (3/4)

- E/S **numériques** :
  - **`pinMode(noBroche, mode)`** : configuration
  - **`digitalWrite(noBroche, valeur)`** : écriture
  - **`int digitalRead(noBroche)`** : lecture
  - **`unsigned long pulseIn(noBroche, valeur)`** : durée impulsion
- E/S **analogiques** :
  - **`int analogRead(noBroche)`** : lecture
  - **`analogWrite(noBroche, valeur)`** : écriture
- Communication **série** :
  - **`Serial.begin(debit)`** : ouverture
  - **`Serial.available()`** : test
  - **`Serial.read()`** : lecture
  - **`Serial.print(data)`**, **`Serial.println(data)`** : écriture

# Récapitulatif rapide (4/4)

- Gestion du **temps** :
  - `unsigned long millis()` : nb ms depuis début
  - `delay(nbMilliSecondes)` : attente **ms**
  - `delayMicroseconds(nbMicroSecondes)` : attente **µs**
- **Mappage** de valeurs (transformation d'échelle) :
  - `map(valeur, valMin, valMax, echMin, echMax)`

# Ressources Internet

- **Outils** disponibles **gratuitement** sur Mac et PC :
  - **Fritzing** : schémas et PCB
  - **Solve Elec** : schémas électriques avec analyses et simulations
  - **Fido Cadj** : schémas et circuits imprimés
  - **QelectroTech** : plutôt des schémas électriques
  - **iCircuit** : pour dessiner et simuler des circuits
  - **EasyEDA** : pour les schémas, mais aussi le design de PCB …

- **Simulateur** assez complet : **ThinkerCAD** :
  - Conception **3D**
  - Circuits avec **Arduino**
  - **Codeblocks**
  - **Inscription** au site pour utiliser les différents outils

# FIN !

## Merci …

- … pour avoir tenu jusqu'ici,
- … de ne pas hésiter à poser des questions !