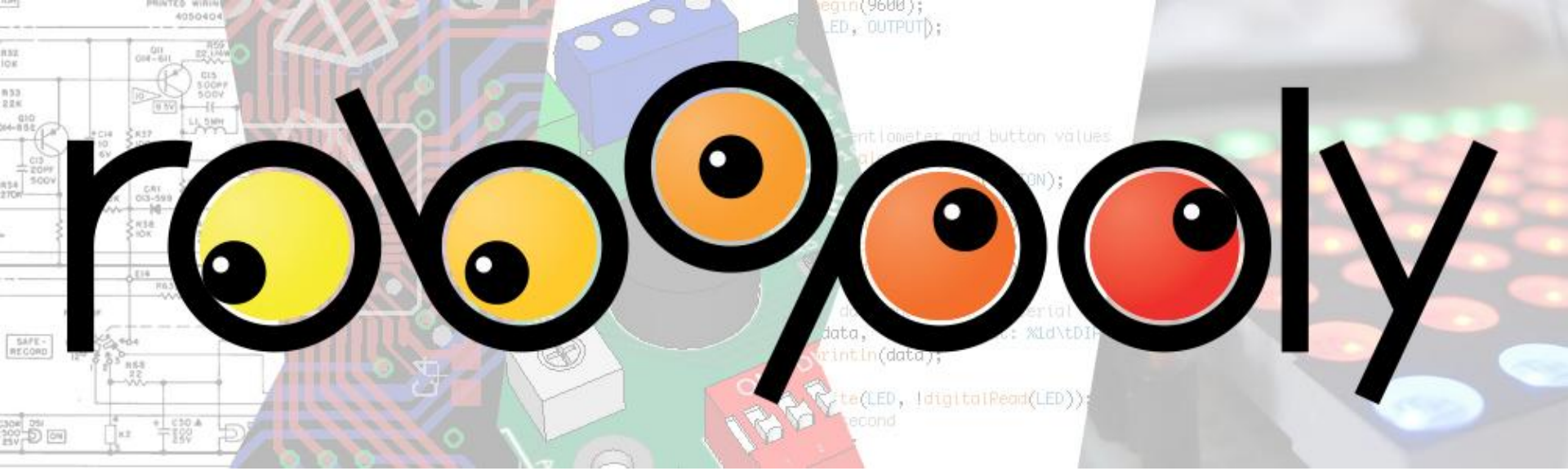


Communication Serial

Filaire

Par Bluetooth

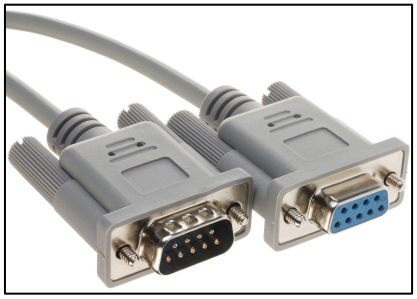
Pourquoi communiquer ?

- Problèmes:
  - comment **connaître la valeur d'une variable** au cours de l'exécution d'un programme (debug) ?
  - comment **envoyer des informations** à un ordinateur ou robot ?
  - comment **en recevoir** ?
- Il nous faut un moyen/protocole de communication !

On utilise alors la communication série

C’est quoi ?

- Communication série (ou **Serial**)



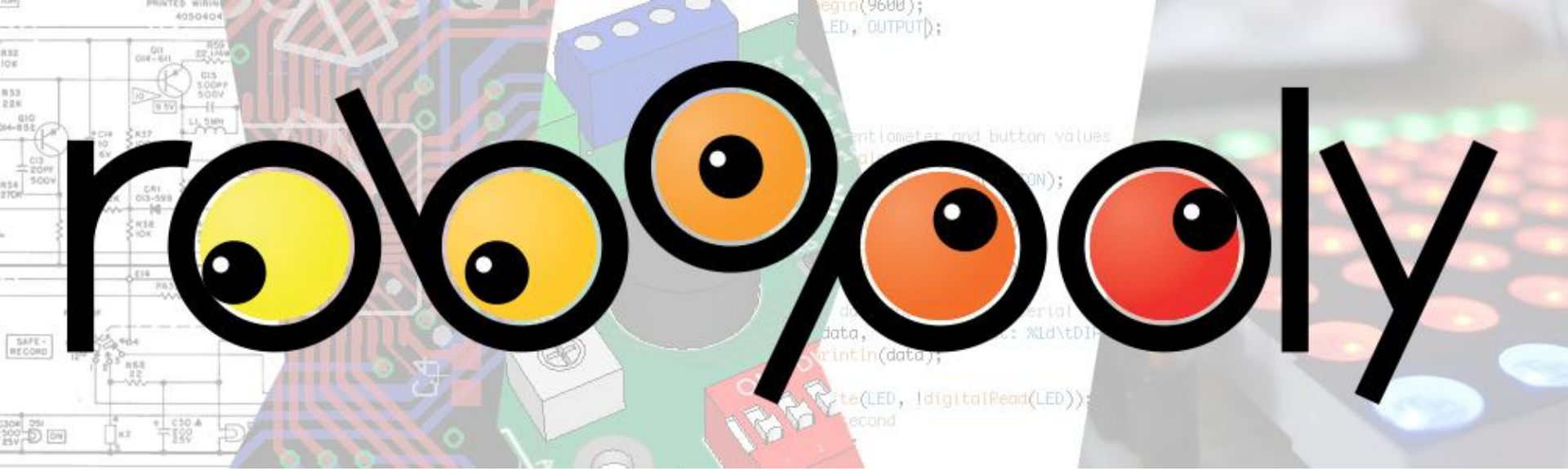
- Utilise un ***port série*** ou ***port COM*** présent sur tous les ordinateurs (physique ou virtuel via USB)

- Dans notre cas, l’information est transmise caractères par caractères en suivant le format ASCII.

Pour les uC, comment ça marche ?

- L'information est transmise **octet par octet** (rappel: 1 octet = 8 bits).

- Chaque octet, en arrivant chez le destinataire, est stockée dans un ***buffer*** (ou ***mémoire tampon***).
- Le destinataire lit ensuite les octets présents dans le buffer par ordre d'arrivée



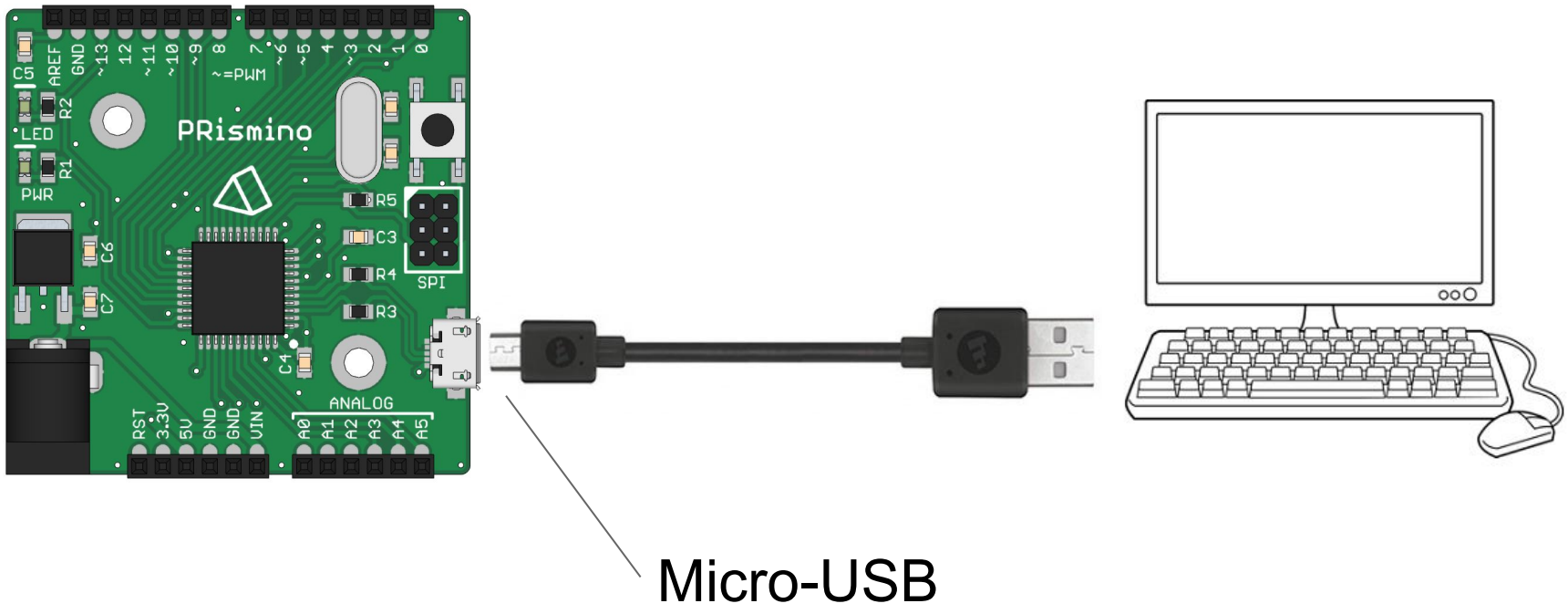
Communication Serial

Filaire

Par Bluetooth

Hardware

- Tout simplement par USB



Envoi du microcontrôleur

- Plusieurs fonctions de la bibliothèque Arduino peuvent être appelées.
- Rappel de la **structure de base** d'un programme:

```
void setup()
{

}

void loop()
{

}
```

Fonction exécutée qu'une seule fois, au lancement du programme

Fonction exécutée en boucle : c'est le code principal

Envoi du microcontrôleur

- Initialisation de la communication Serial:
  - `Serial.begin(vitesse);`
  - `vitesse` = vitesse de communication
    = généralement `9600`
  - appeler une fois par programme dans **`setup`**
- Envoyer de l'information
  - `Serial.print(X);`
  - `X` peut être une variable, un caractère, une chaîne...

Envoi du microcontrôleur

- **Exemples** d'envois:
  - `Serial.print(ma_variable);`
  - `Serial.print("texte");`
  - `Serial.print(456);`
  - `Serial.print('a');`

- **Variante**: `Serial.println(X);`
  - **Saute une ligne** après l'information `X`
  - Équivalent à ajouter le caractère `\n`

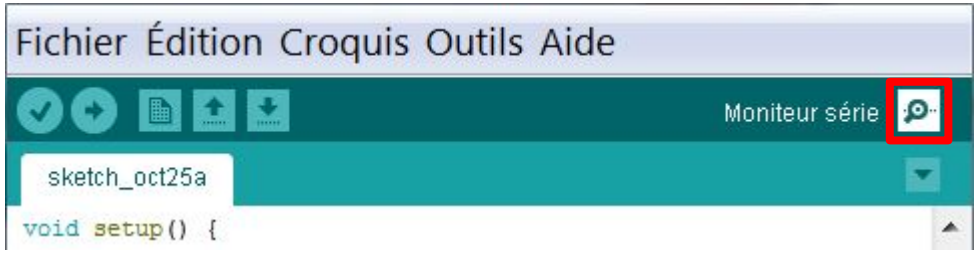
Envoi du microcontrôleur

- Et pour les **nombres à virgules** ?
  - Par défaut **deux décimales** sont envoyées
  - Mais on peut choisir:
    - `Serial.print(X, nb_décimales);`
    - `nb_décimales` = nombre de décimales de `X` à envoyer

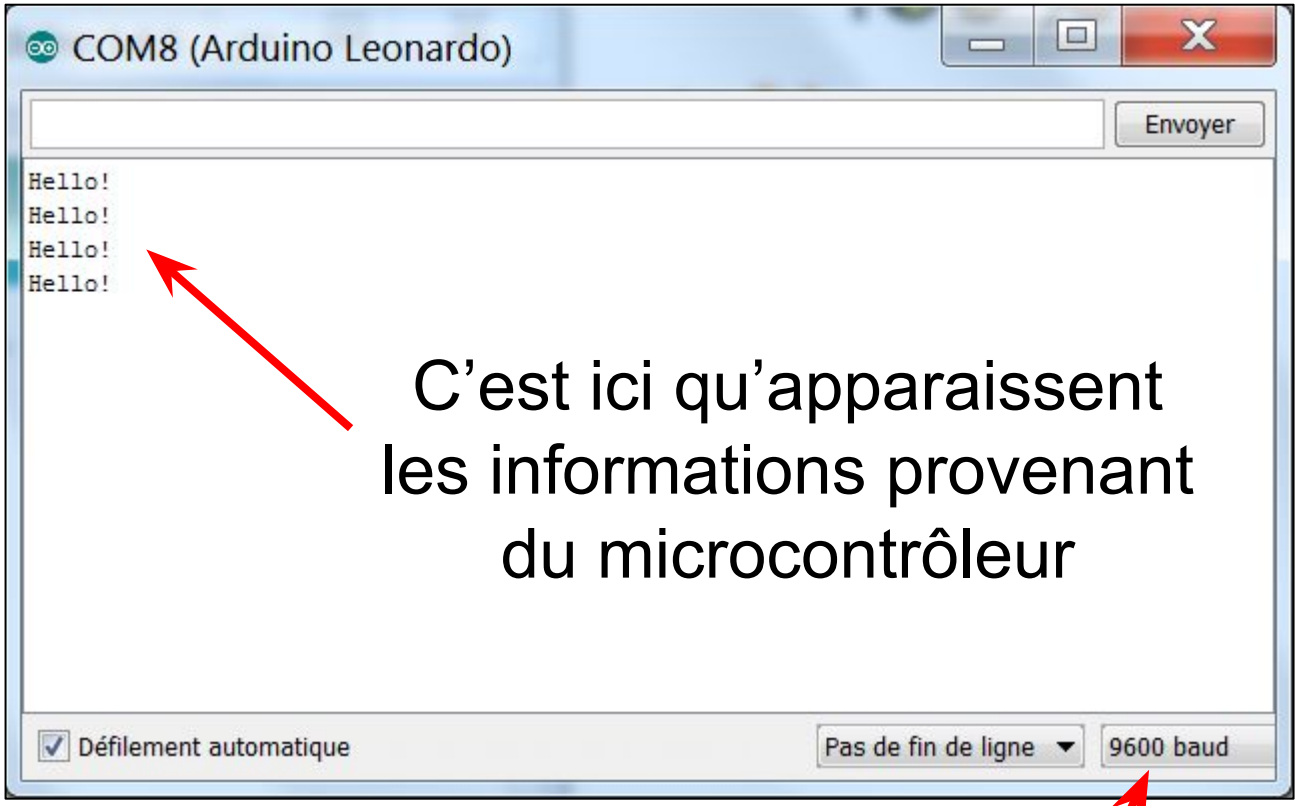
```
Serial.print(1.23456, 0); //prints "1"

Serial.print(1.23456, 2); //prints "1.23"

Serial.print(1.23456, 4); //prints "1.2346"
```

Envoi du microcontrôleur

- Lire les données **depuis un ordinateur**:
  - Ouvrir **Arduino IDE**
  - Vérifier que le microcontrôleur est bien reconnu (connecté à un Port COM)
  - Ouvrir le **Moniteur série**



Envoi du microcontrôleur



Choix de la vitesse de communication

Envoi du microcontrôleur - exemples

- Maintenant, quelques exemples!
- Mais tout d'abord des rappels:
  - `pinMode(numero, mode);`
    → `mode` = `INPUT` ou `OUTPUT`
  - `digitalRead(numero);`
  - `analogRead(numero);`
    → renvoie une valeur entre 0 et 1023
  - `digitalWrite(numero, état);`
    → `état` = `HIGH` ou `LOW`

Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Inclure la bibliothèque `prismino.h`

Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Définir le mode du pin utilisé (`POT` en `INPUT`)

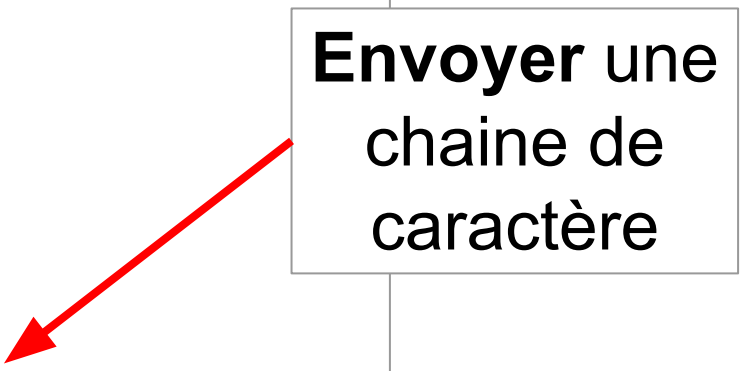
Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Définir la vitesse de communication (ici 9600)

Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```



Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Envoyer la valeur du **POT**

Lire la valeur du potentiomètre

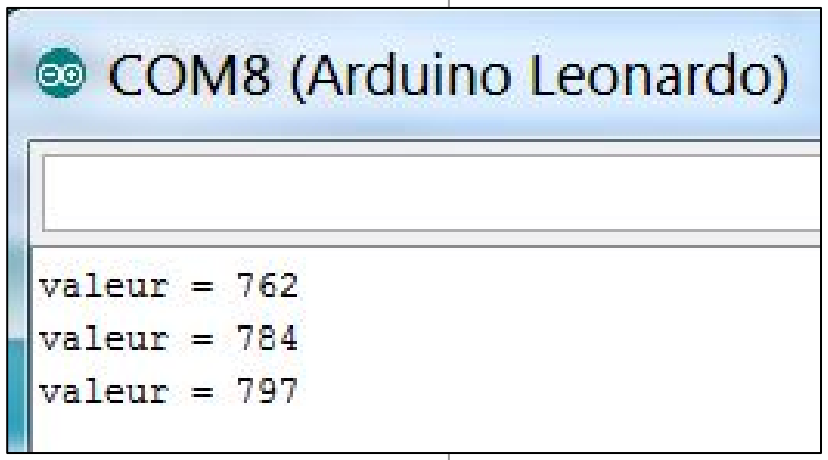
```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Attendre `400` millisecondes

Lire la valeur du potentiomètre

```
#include <prismino.h>

void setup()
{
   pinMode(POT, INPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
   Serial.print("valeur = ");
   Serial.println(analogRead(POT));
   delay(400);
}
```

Résultat:

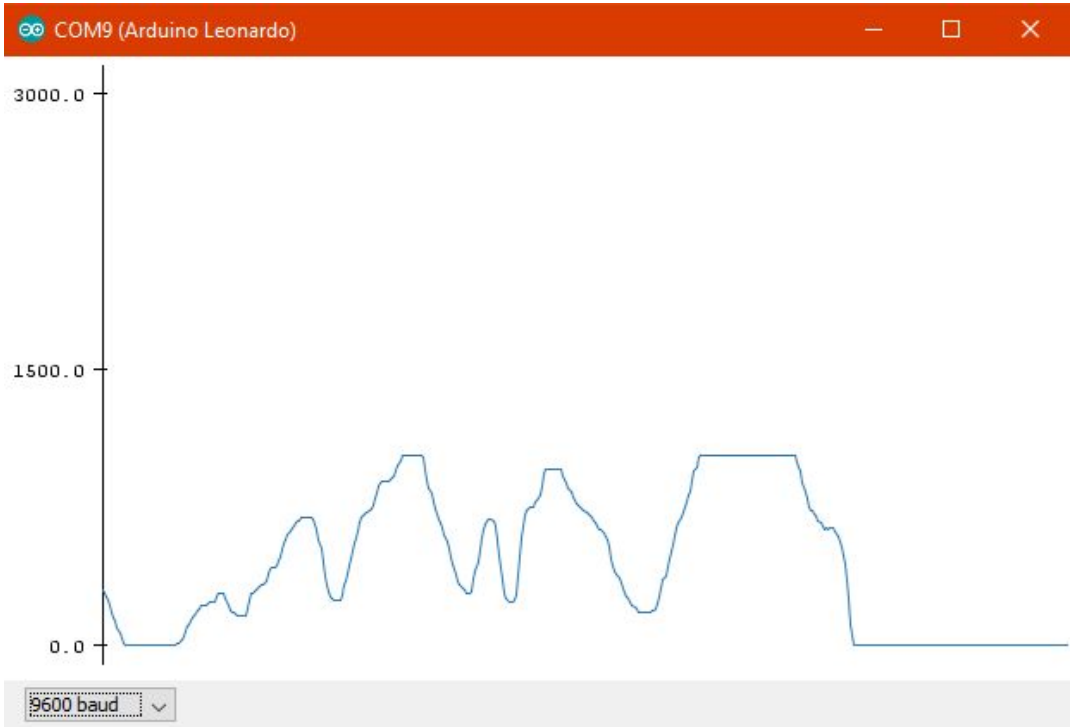


Lire la valeur du potentiomètre

Meilleur moyen pour lire des données continues sur l'IDE d'Arduino depuis la version 1.6.6

- Le Serial Plotter (*Traceur Série* en Français)

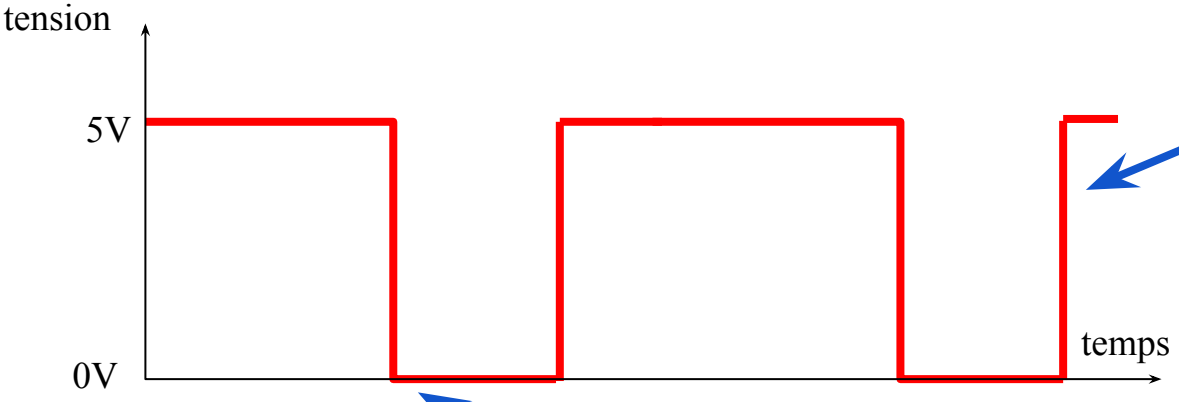
Exemple avec le potentiomètre



Ne pas afficher des strings !

Compter un évènement

- But: **compter** le nombre de fois que le bouton est pressé
- Que se passe-t-il sur le pin lorsque l'événement se produit ?



Bouton relâché
= de 0 (0V) à 1 (5V)
flanc montant

Bouton pressé = de 1 (5V) à 0 (0V)
appelé *flanc descendant*

Il faut arriver à distinguer les deux cas!

Compter un évènement

```
int count = 0;
bool old_value = true, new_value = true;

void setup(){
  pinMode(BTN, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  new_value = digitalRead(BTN);
  if(new_value!=old_value && !new_value){
    count++;
    Serial.print("count = ");
    Serial.println(count);
  }
  old_value = new_value;
}
```

Définir le mode du pin utilisé (attention au cas particulier du **BTN**!)

Compter un évènement

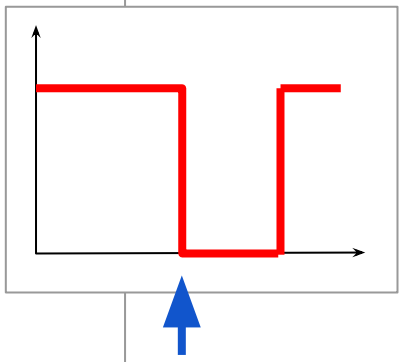
```
int count = 0;
bool old_value = true, new_value = true;

void setup(){
  pinMode(BTN, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  new_value = digitalRead(BTN);
  if(new_value!=old_value && !new_value){
    count++;
    Serial.print("count = ");
    Serial.println(count);
  }
  old_value = new_value;
}
```

count: compteur
new_value: valeur du bouton au début de chaque itération
old_value: valeur précédente

Compter un évènement

```
int count = 0;
bool old_value = true, new_value = true;

void setup(){
  pinMode(BTN, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  new_value = digitalRead(BTN);
  if(new_value!=old_value && !new_value){
    count++;
    Serial.print("count = ");
    Serial.println(count);
  }
  old_value = new_value;
}
```

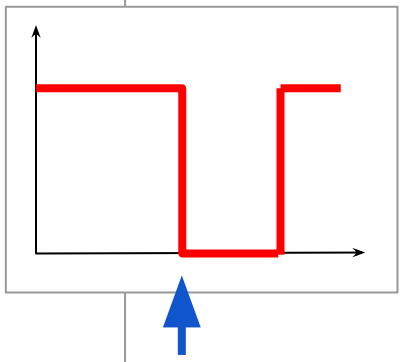
On doit savoir si il y a eu changement d'état du bouton et détecter si il a été pressé ou relaché



Compter un évènement

```
int count = 0;
bool old_value = true, new_value = true;

void setup(){
  pinMode(BTN, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  new_value = digitalRead(BTN);
  if(new_value!=old_value && !new_value){
    count++;
    Serial.print("count = ");
    Serial.println(count);
  }
  old_value = new_value;
}
```

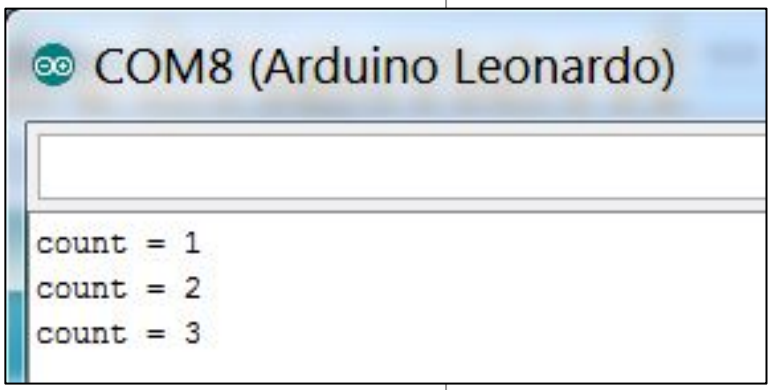
Si c'est le cas, on **incrémente le compteur** et on envoie la nouvelle valeur

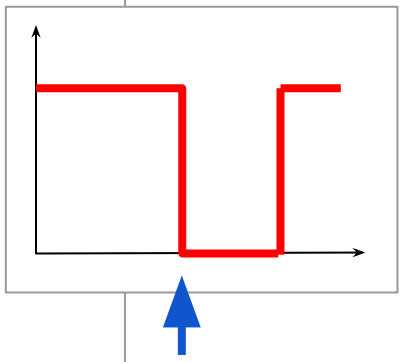


Compter un évènement

```
int count = 0;
bool old_value = true, new_value = true;

void setup(){
  pinMode(BTN, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  new_value = digitalRead(BTN);
  if(new_value!=old_value && !new_value){
    count++;
    Serial.print("count = ");
    Serial.println(count);
  }
  old_value = new_value;
}
```

Résultat:





Réception du microcontrôleur

- Pour recevoir, c'est plus compliqué. Il faut:
  - Vérifier si des octets sont arrivés dans le buffer
  - Les lire et les retirer du buffer

- `Serial.available()`
  - renvoie le nombre d'octets en attente dans le buffer
- `Serial.read()`
  - renvoie le premier octet du buffer et le retire

Réception du microcontrôleur

- Pour lire un caractère on procède donc ainsi:

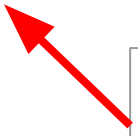
```
char lettre;
...
if(Serial.available())
{
   lettre = Serial.read();
}
...
```

Si le buffer n'est **pas vide**, la valeur renvoyée sera **différente de 0**, donc condition **true**

Réception du microcontrôleur

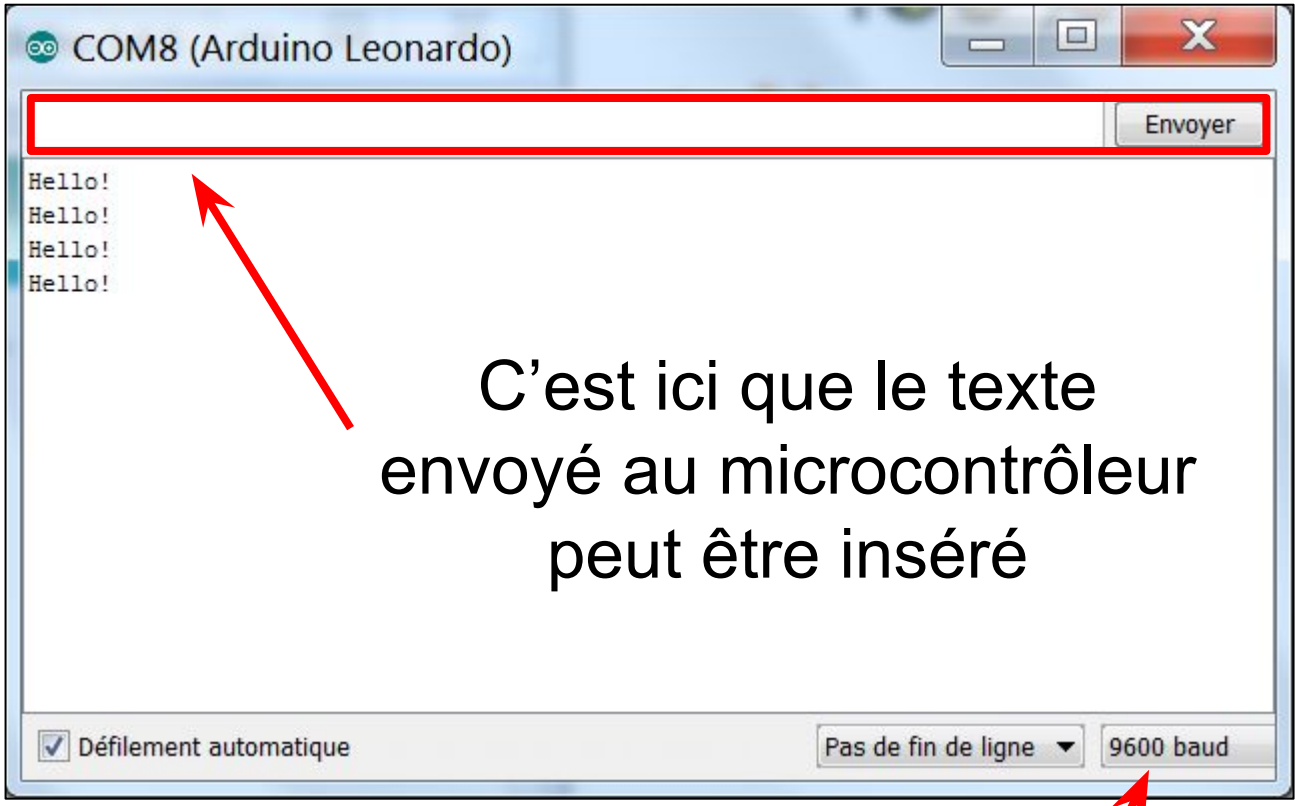
- Pour lire un caractère on procède donc ainsi:

```
char lettre;
...
if(Serial.available())
{
   lettre = Serial.read();
}
...
```



Lire le caractère du buffer

Réception du microcontrôleur



Choix de la vitesse de communication

Allumer une LED

```
#include <prismino.h>
char c;
void setup() {
   pinMode(LED, OUTPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop() {
   if(Serial.available()){
      c = Serial.read();
      if(c == '0')
         digitalWrite(LED, LOW);
      else
         digitalWrite(LED, HIGH);
   }
}
```

Un caractère est **disponible dans le buffer**!

Allumer une LED

```
#include <prismino.h>
char c;
void setup() {
   pinMode(LED, OUTPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop() {
   if(Serial.available()){
      c = Serial.read();
      if(c == '0')
         digitalWrite(LED, LOW);
      else
         digitalWrite(LED, HIGH);
   }
}
```

Lecture du caractère

Allumer une LED

```
#include <prismino.h>
char c;
void setup() {
   pinMode(LED, OUTPUT);
   Serial.begin(9600);
}

void loop() {
   if(Serial.available()){
      c = Serial.read();
      if(c == '0')
         digitalWrite(LED, LOW);
         delay(1000);
      else
         digitalWrite(LED, HIGH);
   }
}
```

Modifier l'état de la LED en fonction de la valeur reçue

Réception du microcontrôleur

- Attention: l'ordinateur envoie seulement l'**information sous forme de caractères ASCII**
- Par exemple, *1* correspond au nombre *49*
- On ne peut donc **pas faire**:

```
int nombre;
...
if(Serial.available())
{
   nombre = Serial.read();
}
...
```

Si l'ordinateur **envoie *1***, cela sera interprété comme le **caractère *'1'***, correspondant dans la table ASCII au **nombre *49***

Réception du microcontrôleur

- Comment **recevoir un nombre** dont on ne connaît pas la taille à l'avance ?
  - On **convertit les octets reçus** dans le buffer en une chaîne de caractères
  - On **interprète** cette chaine de caractère **comme un nombre**

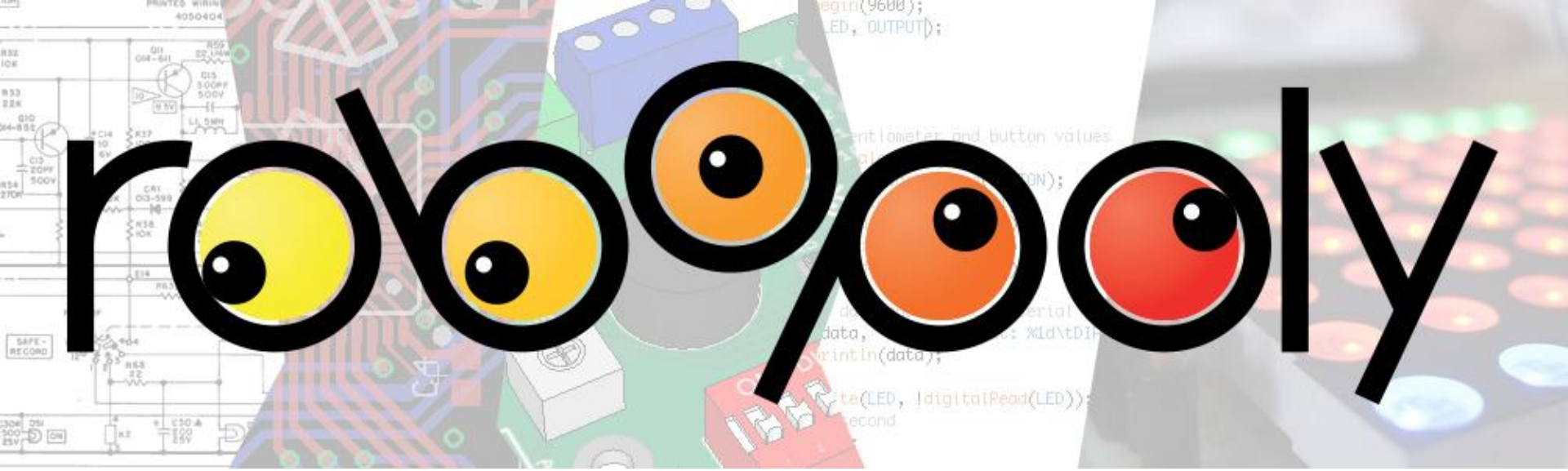
Réception du microcontrôleur

- `Serial.readBytesUntil(carac, tableau, n);`
  - Lit les octets présents dans le buffer jusqu'au caractère `carac` et les stocke dans le `tableau`
  - Si `carac` n'est pas trouvé après avoir stocké `n` caractères, la fonction ne lit pas plus loin le buffer
  - Si `tableau` est de taille `N`, `n` = `N`−1 (attention au caractère de fin de chaîne de caractère `'\0'`)
- `atoi(tableau);`
  - renvoie en `int` le nombre stocké dans `tableau` sous forme de chaîne de caractère

Réception du microcontrôleur

- Pour lire un nombre on procède donc ainsi:

```
char tab[16];
int nombre;
...
if(Serial.available())
{
   Serial.readBytesUntil('\n', tab, 15);
   nombre = atoi(tab);
}
...
```

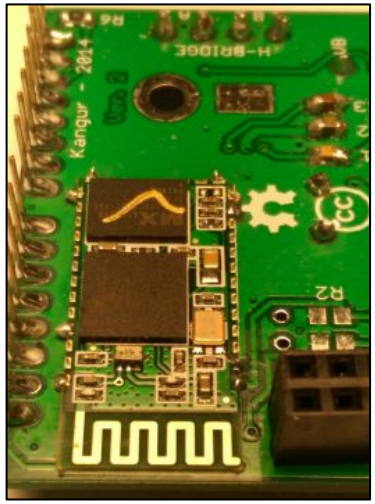


Communication Serial

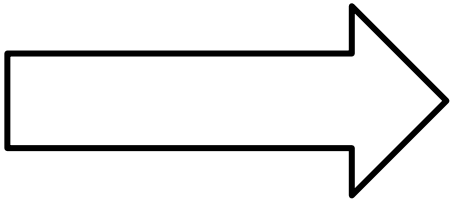
Filaire

Par Bluetooth

Module Bluetooth



- Peut être soudé derrière le shield
- Ne peut pas être soudé en même temps que le Switch



- Communication avec un ordinateur ou un autre robot

Module Bluetooth - Généralités

- Instructions de montage, bibliothèque et documentation:
  - robopoly.epfl.ch/prisme/tutoriels/bluetooth

- Le module a un **nom** et un **mot de passe** propres
- L'ordinateur détecte le module et peut **s'y connecter** en donnant le mot de passe correct

Module Bluetooth - Configuration

- Utiliser le fichier exemple ***BluetoothConfig*** de la bibliothèque

- Permet de configurer **par Serial USB** le module lors de sa première utilisation

- Depuis le *Moniteur Série*, modifier le **nom**, **mot de passe** et **vitesse de communication**

Module Bluetooth - Utilisation

Bonne nouvelle: côté software, ça fonctionne exactement **comme le Serial USB**!

Module Bluetooth - Utilisation

- Cependant, **petite différence**:
  - dans chaque fonction vue précédemment, remplacer `Serial.` par `Bluetooth.`
  - *exemple:* remplacer `Serial.read()` par `Bluetooth.read()`
- Exception:
  - `Bluetooth.print(X)` n'existe pas
  - il faut utiliser `Bluetooth.write(X)` où `X` ne peut être qu'une chaine de caractère
  - → nécessité de convertir les nombres en chaînes avec

```
snprintf(tableau, size, "%d", nombre);
```

Chaîne de destination	Taille max chaîne	Format	Nombre à traduire

Module Bluetooth - Utilisation

- Depuis **Arduino IDE**:
  - Choisir le **Port COM Bluetooth** auquel le module est connecté
  - Ouvrir le ***Moniteur série***
  - Communiquer!
- Depuis **votre propre programme**:
  - Tout à fait possible dans n'importe quel langage avec une **bibliothèque gérant la communication Serial**
  - **QtSerialPort** marche bien, depuis le framework Qt (gratuit pour un usage non commercial)

À vos projets !

Pas d'idée ? Visitez notre page projet !
robopoly.epfl.ch/projets

Trop d'idées ? Venez nous en faire part !
projects@robopoly.ch

Prochains événements

- **Workshop II**
  - Samedi 12 novembre, 9h-18h
  - Lien doodle
  - En haut du BM et au local !
  - Pour poursuivre le montage de ton robot, discuter de tes projets, demander de l'aide au comité !

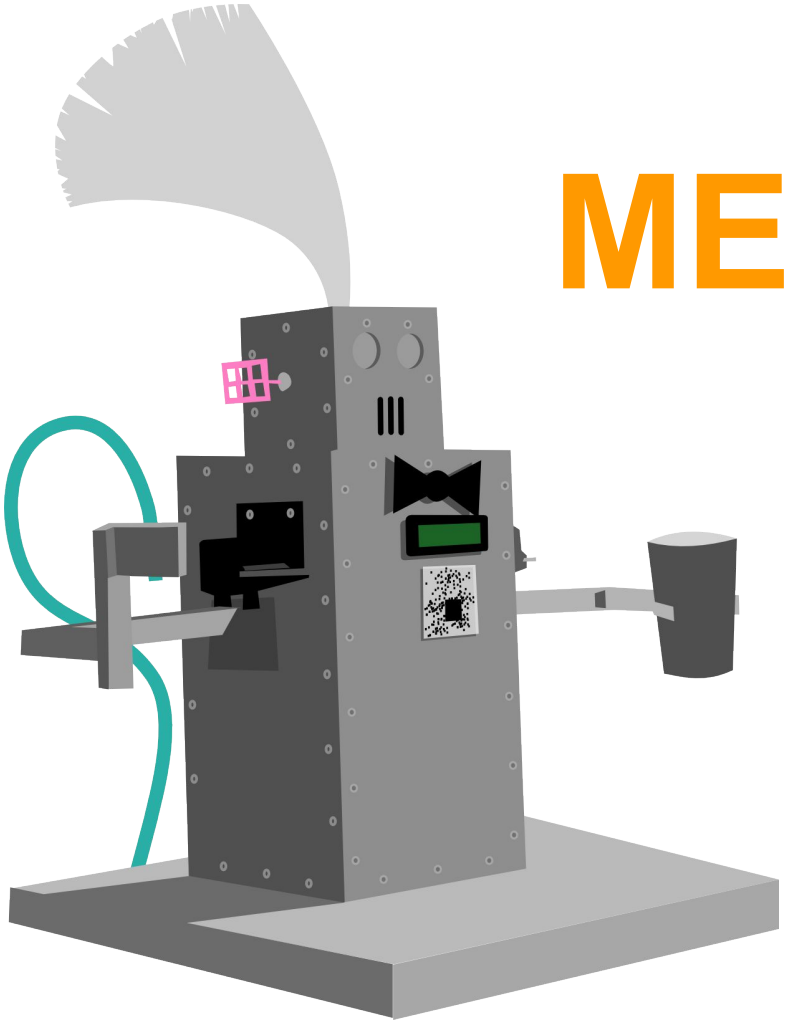
- **Demon**
  - Lundi prochain, 12h15, ELA 1
  - Utiliser les machines du local + concevoir une base mécanique

Contact/Infos

Contact principal
robopoly@epfl.ch

Site officiel - toutes les infos et slides sont la!
robopoly.epfl.ch

Facebook - pour suivre l'actualité du club!
www.facebook.com/robopoly



MERCI!

Questions ?