

# Introduction à l'informatique embarquée

Nano-ordinateurs

François Roland

- 1 Organisation du cours
- 2 Informatique embarquée
- 3 Microcontrôleur et nano-ordinateur
- 4 Démonstration
- 5 Conclusion

## Objectifs

- Comprendre les concepts de base de l'informatique embarquée.
- Savoir mettre en œuvre un système embarqué.
- Préparer le projet de la semaine atypique.

## Planning des séances

- 10 séances de 2 h
  - 9 séances avec M. Roland
  - 1 séance avec M. Depreter
- Examen écrit en session

- 1 Introduction à l'informatique embarquée
- 2 Bus de communication
- 3 Métrologie et gestion des capteurs
- 4 Perception de l'environnement
- 5 Contrôle de l'environnement

- Questionnaire formatif sur la séance précédente
- Cours magistral
- Démonstration interactive

Projet non remis dans les délais  $\Rightarrow$  note UE = 0.

- 1 Organisation du cours
- 2 Informatique embarquée
- 3 Microcontrôleur et nano-ordinateur
- 4 Démonstration
- 5 Conclusion

### Définition

- Système informatique dédié à une tâche spécifique.
- Intégré dans un système plus large.
- Souvent contraint en ressources.

## Exemple de système embarqué

### Arduino et Raspberry Pi



Image de Christoph Armster sur Pixabay.

## Exemple de système embarqué

### Ordinateur de bord automobile



Image de Lynda Sanchez sur Pixabay.

## Exemple de système embarqué

### robots



Image générée par DALL-E.

- 1 Organisation du cours
- 2 Informatique embarquée
- 3 Microcontrôleur et nano-ordinateur**
- 4 Démonstration
- 5 Conclusion

## Définition

- Petit ordinateur sur un seul circuit intégré
- CPU, mémoire, entrées/sorties
- Programmable

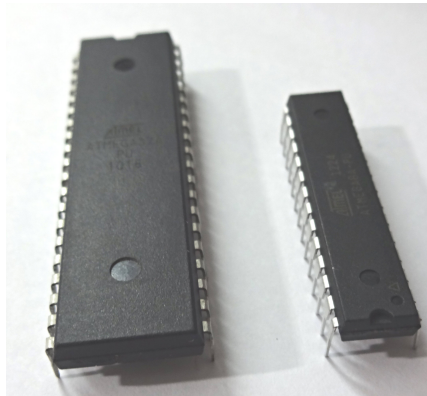


Image de Vahid Alpha sur Wikipedia.

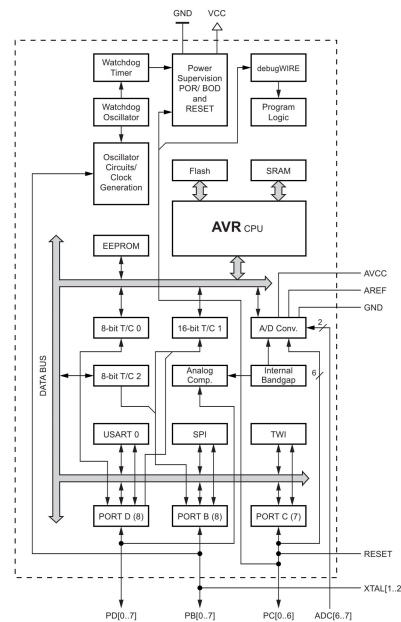
## Avantages

- Faible coût
- Faible consommation d'énergie
- Faible encombrement

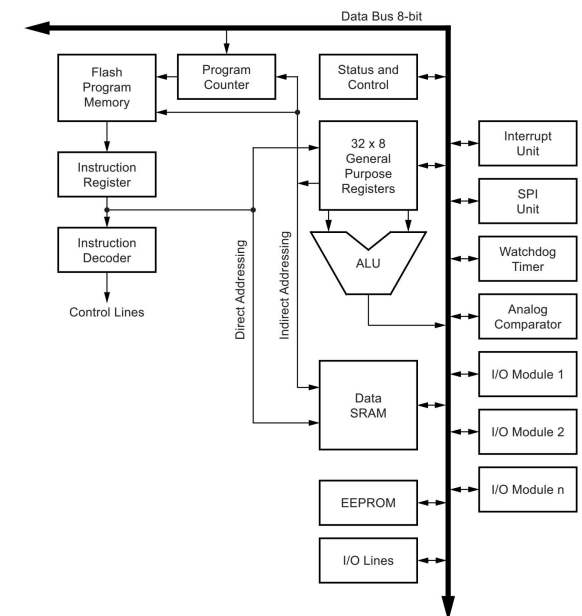
## Désavantages

- Faible puissance de calcul
- Faible mémoire
- Difficulté à gérer plusieurs tâches en même temps

## Schéma bloc du microcontrôleur ATmega328P



## Schéma bloc du CPU AVR du microcontrôleur ATmega328P



### Définition

- Ordinateur complet sur un seul circuit imprimé (PCB)
- CPU, mémoire, entrées/sorties
- Système d'exploitation



Raspberry Pi 5. <http://www.raspberrypi.com>  
consulté le 2025-02-01.

### Avantages

- Capacité de traitement supérieure
- Faible consommation d'énergie
- Taille réduite
- Connectivité intégrée

### Désavantages

- Performances limitées
- Fiabilité et robustesse limitées
- Dissipation de la chaleur difficile

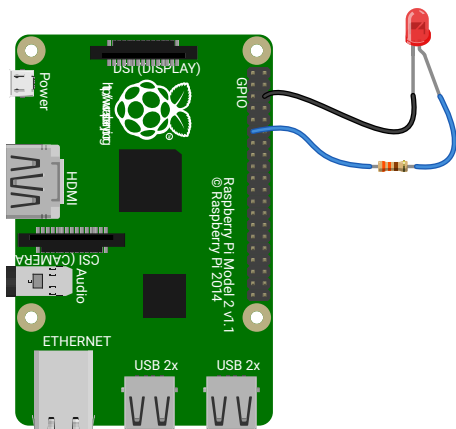
Recherche sur Internet par groupe de 2.

- 1 Recherchez 3 projets réalisés avec un microcontrôleur Arduino.
- 2 Recherchez 3 projets réalisés avec un nano-ordinateur Raspberry Pi.
- 3 Comparez les projets et expliquez le rôle du microcontrôleur ou du nano-ordinateur.
- 4 Ces projets auraient pu être réalisés avec l'autre type de système embarqué ?

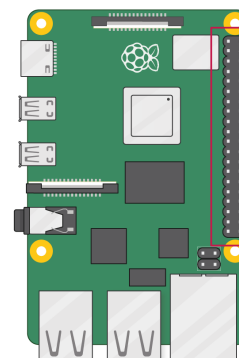
- 1 Organisation du cours
- 2 Informatique embarquée
- 3 Microcontrôleur et nano-ordinateur
- 4 **Démonstration**
- 5 Conclusion

## Démonstration sur Raspberry Pi

- 1 Connecter une LED au RPi
- 2 Brancher le RPi
- 3 Se connecter au RPi
- 4 Écrire un programme Python pour allumer et éteindre la LED
- 5 Exécuter le programme



# Brochage du Raspberry Pi

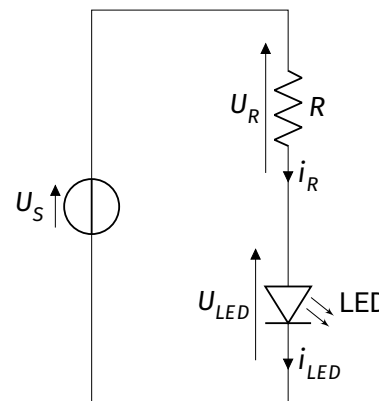


3V3 power	1	2	5V power
GPIO 2 (SDA)	3	4	5V power
GPIO 3 (SCL)	5	6	Ground
GPIO 4 (GPNCLK0)	7	8	GPIO 14 (TXD)
Ground	9	10	GPIO 15 (RXD)
GPIO 17	11	12	GPIO 18 (PCM_CLK)
GPIO 27	13	14	Ground
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3V3 power	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (MOSI)	19	20	Ground
GPIO 9 (MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SCLK)	23	24	GPIO 8 (CE0)
Ground	25	26	GPIO 7 (CE1)
GPIO 0 (ID_SD)	27	28	GPIO 1 (ID_SC)
GPIO 5	29	30	Ground
GPIO 6	31	32	GPIO 12 (PWM0)
GPIO 13 (PWM1)	33	34	Ground
GPIO 19 (PCM_FS)	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20 (PCM_DIN)
Ground	39	40	GPIO 21 (PCM_DOUT)

## Propriétés d'une LED

- Différence de potentielle constante (mais différente d'une LED à l'autre)
- Courant maximal à ne pas dépasser (souvent 10 mA)

## Calcul de résistance pour une LED



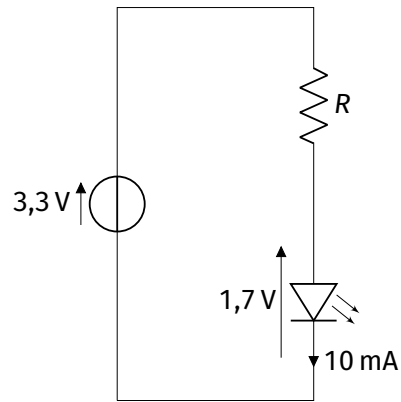
$$R = \frac{U_R}{i_R}$$

$$U_S = U_R + U_{LED}$$

$$i_R = i_{LED}$$

$$R = \frac{U_S - U_{LED}}{i_{LED}}$$

## Calcul de résistance pour une LED



$$R = \frac{U_S - U_{LED}}{i_{LED}}$$

$$= \frac{3,3 \text{ V} - 1,7 \text{ V}}{10 \text{ mA}}$$

$$= 160 \Omega$$

Il faut prendre une résistance  $R \geq 160 \Omega$ , par exemple  $220 \Omega$ .

- 1 Organisation du cours
- 2 Informatique embarquée
- 3 Microcontrôleur et nano-ordinateur
- 4 Démonstration
- 5 Conclusion

## Résumé

- **Informatique embarquée** : intégration de systèmes informatiques dédiés à des tâches spécifiques.
- **Microcontrôleurs vs nano-ordinateurs** :
  - microcontrôleurs (ex. Arduino)  $\Rightarrow$  tâches simples, faible coût, faible consommation.
  - nano-ordinateurs (ex. Raspberry Pi)  $\Rightarrow$  capacité de traitement supérieure, connectivité, système d'exploitation.
- Avantages et limites

## Perspectives

Notions d'aujourd'hui = bases pour les prochaines séances :

- bus de communication
- métrologie et gestion des capteurs
- perception de l'environnement
- contrôle de l'environnement