

## Séminaire sur la conception embarquée

**Comment mettre un MCU  
dans vos projets?**

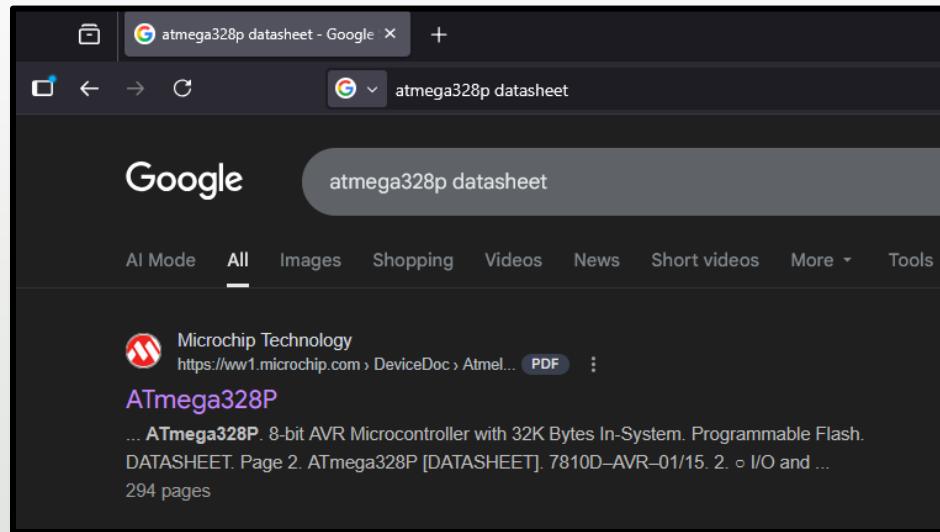
Groupe technique C3I

Présentation par : Miriam Caisse

# Objectif de la présentation

- Comprendre comment intégrer un MCU (microcontrôleur) dans vos projets (spécifiquement atmega328P, mais applicable pour tous)
- Connaître à quoi devez-vous penser
- Savoir comment naviguer une datasheet de MCU et quelles informations sont indispensables

# Avant de commencer...



<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061B.pdf>

La datasheet!

# Déroulement de la présentation

1

**Alimentation**

2

Programmation

3

Attribution des  
broches

4

Boîtier

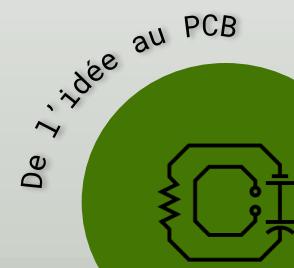
5

Période de  
questions

# Les caractéristiques électriques

Permettent d'obtenir les informations électriques de l'opération du système :

- quelle marge de tension d'alimentation on peut avoir? Qu'est-ce que cela affecte?
- Quelles sont les consommations de courant ?
- Quel est le courant de sortie limite des broches?
- Comment devrait-on découpler le système (condensateurs!)



# La tension (V)

- Le maximum absolu -> risque de bris si on dépasse!

Parameters	Min.	Typ.	Max.	Unit
Maximum operating voltage		6.0		V

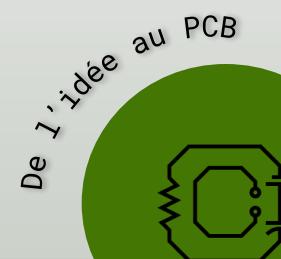
- Les caractéristiques DC

Quelles seront les limites d'opération du système en fonction de la tension d'alimentation?

## 28.2 DC Characteristics

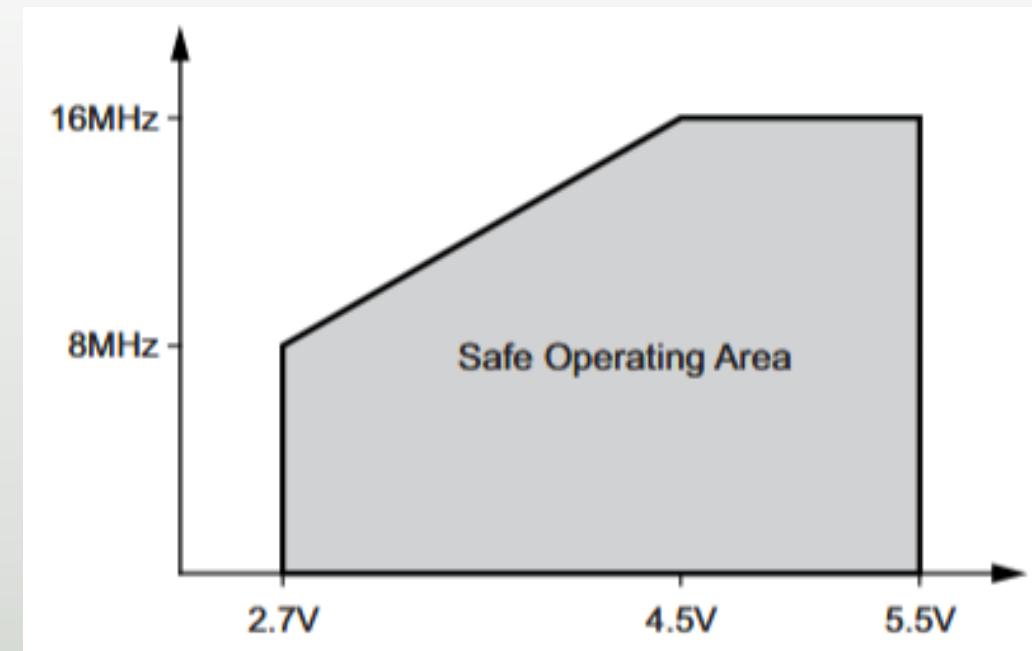
$T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 2.7\text{V}$  to  $5.5\text{V}$  (unless otherwise noted)

Parameter	Condition	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input low voltage, except XTAL1 and RESET pin	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	$V_{IL}$	-0.5		$0.3V_{CC}^{(1)}$	V
Input high voltage, except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	$V_{IH}$	$0.6V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	V
Input low voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	$V_{IL1}$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(1)}$	V
Input high voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	$V_{IH1}$	$0.7V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$	V



# La tension (V)

La fréquence d'opération maximale (avec l'horloge interne) de l'Atmega328P dépend de la tension :



# Le courant (I)

## ■ Consommation de courant du microcontrôleur

### 28.3 DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 2.7\text{V}$  to  $5.5\text{V}$  (unless otherwise noted)

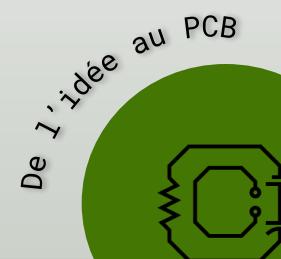
Parameter	Condition	Symbol	Min.	Typ. <sup>(2)</sup>	Max.	Units
Power supply current <sup>(1)</sup>	Active 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$	$I_{CC}$		1.5	2.4	mA
	Active 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$			5.2	10	mA
	Active 16MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$			9.2	14	mA
	Idle 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$		0.25	0.6	mA	
	Idle 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$		1.0	1.6	mA	
	Idle 16MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$		1.9	2.8	mA	
Power-down mode <sup>(3)</sup>	WDT enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$			44		$\mu\text{A}$
	WDT enabled, $V_{CC} = 5\text{V}$			66		$\mu\text{A}$
	WDT disabled, $V_{CC} = 3\text{V}$			40		$\mu\text{A}$
	WDT disabled, $V_{CC} = 5\text{V}$			60		$\mu\text{A}$



Il y a aussi des graphiques décrivant la consommation en fonction de différents facteurs!

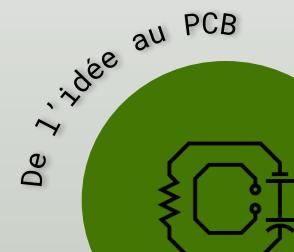
## ■ Limite de courant des entrées/sorties (absolute max)

Parameters	Min.	Typ.	Max.	Unit
DC current per I/O pin		40.0		mA
DC current $V_{CC}$ and GND pins		200.0		mA



# Le découplage

- Au moins un condensateur par broche d'alimentation
- Plusieurs MCU donnent des valeurs recommandées – pas Atmel 😞
  - Sinon, on y va au moins par gros bon sens : normalement, des valeurs plus petites (100 nF / 0.1 uF) près des broches d'alimentation du microcontrôleur, et une valeur plus élevée (10-22 uF) près de l'entrée d'alimentation du board)
  - Vous pouvez aussi aller voir des références. Ex: Arduino uno!
    - <https://docs.arduino.cc/resources/schematics/A000066-schematics.pdf>



# La protection du système

Allez voir la présentation de Pascal-Emmanuel le mardi 28 octobre pour en apprendre plus ;)

# Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Attribution des  
broches

4

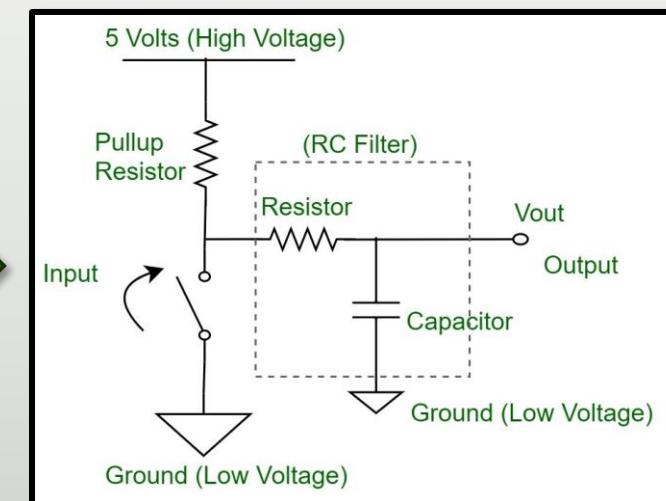
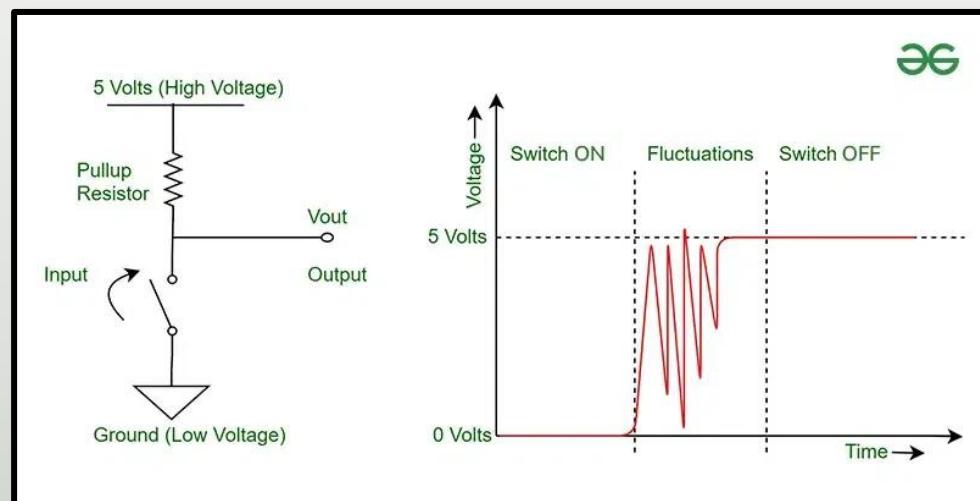
Boîtier

5

Période de  
questions

# La broche RESET

- Tous les microcontrôleurs ont une broche RESET (ou RESET)
  - RESET -> Une tension « HIGH » effectue le reset
  - RESET -> Une tension « LOW » effectue le reset
- Il est important d'avoir un debouncing!

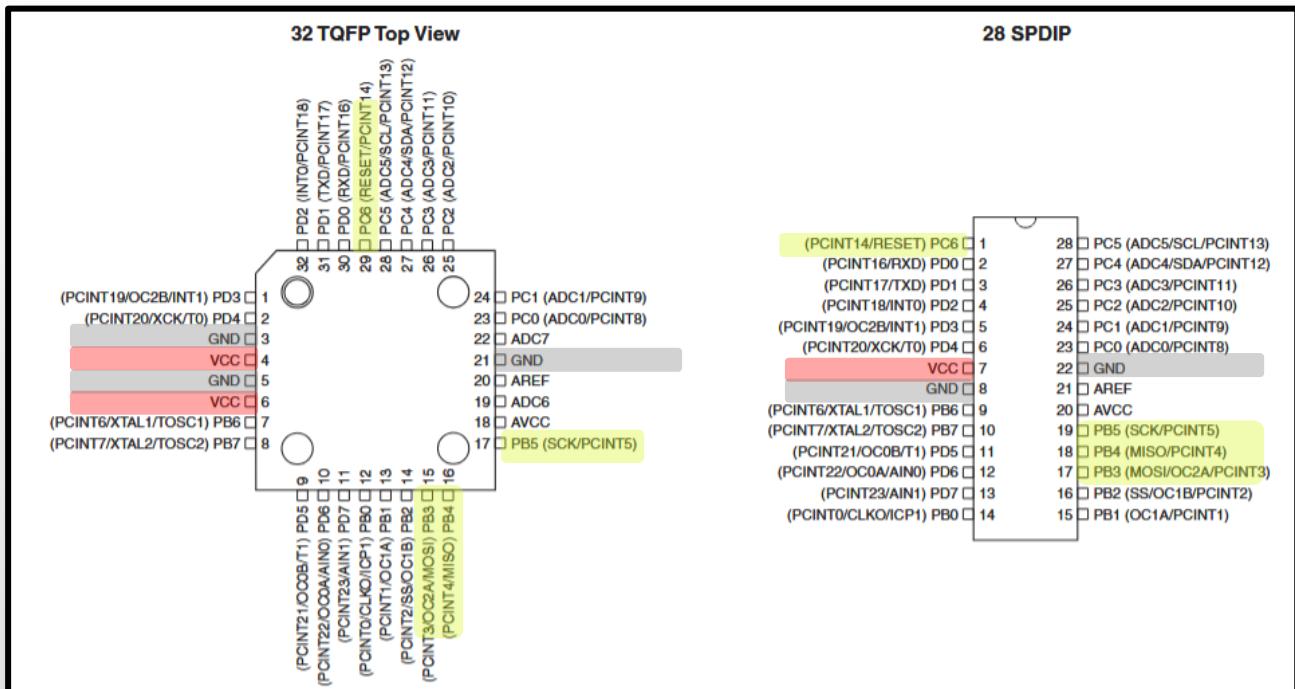


Source des images

De l'idée au PCB

# Protocole de programmation (Atmega328P)

- Protocole SPI
- Pour programmer, on a besoin de :
  - VCC (souvent 5V)
  - GND (même ref)
  - MOSI
  - MISO
  - SS
  - SCK



# Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

**Assignation des  
broches**

4

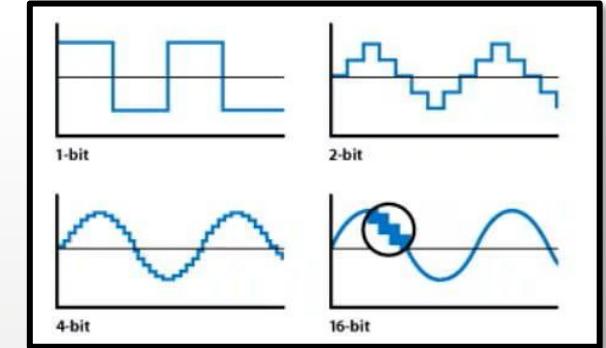
Boîtier

5

Période de  
questions

# Types de broches

- Numérique (0 ou 1)
- Analogique
  - Dépend de l'ADC : 10 bits pour atmega328P
  - + de bits = + de précision (& + courant, + tps)
- Protocoles de communication
- Broches d'interruption

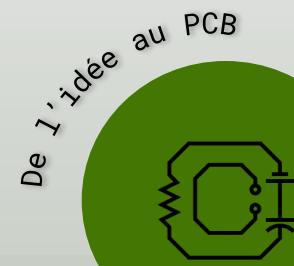


# Protocoles de communication

Sur Atmega328P :

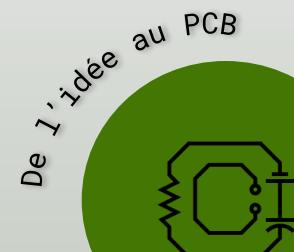
- UART
  - Protocole 2 fils (TX et RX)
- SPI
  - Protocole à 4 fils (MOSI, MISO, CLK, CS)
  - même que pour programmer l'Atmega !
- I2C (2-Wire serial interface)
  - Protocole à 2 fils (SDA, SCL)

Il y a beaucoup d'autres protocoles, allez au séminaire de Jacob pour plus d'info!



# Nombre d'I/O nécessaires et disponibles

- Dans la section « Pin Configuration »
- Certaines broches peuvent avoir plusieurs fonctions
  - Les ADC peuvent être utilisés en I/O
  - Les protocoles de communication sont optionnels, sinon ils peuvent avoir les fonctions de la broche typique
- Il vous manque d'I/O? Allez voir des alternatives!
  - Matrice de DELs ( $8 \times 8 = 64$  DELs sur 16 broches, ou moins avec un contrôleur)
  - Circuit intégré « I/O expander »



# Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Attribution des  
broches

4

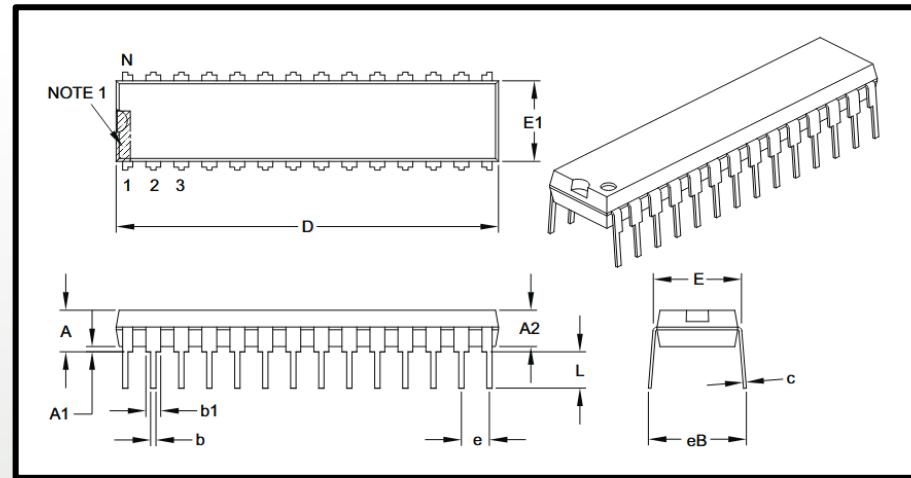
Boîtier

5

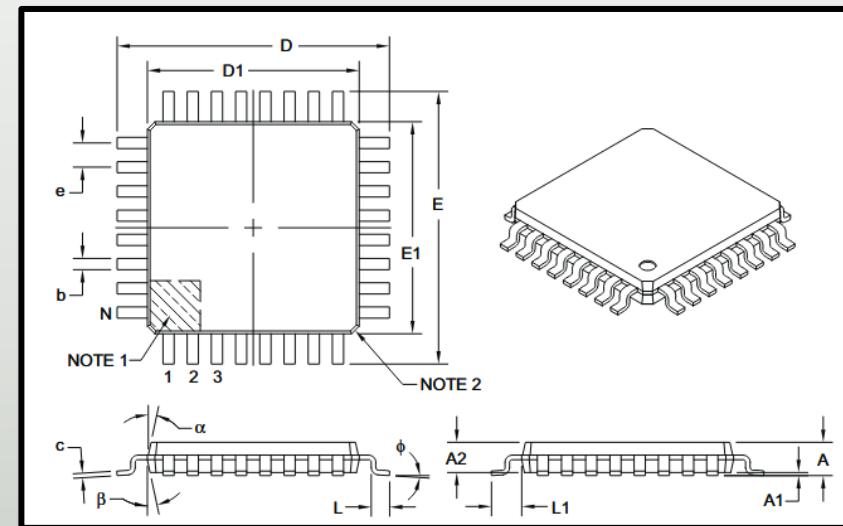
Période de  
questions

# Package (boîtier)

- Version THT :
  - DIP28



- Version SMD  
(recommandée)
  - TQFP 32



# Déroulement de la présentation

1

Alimentation

2

Programmation

3

Attribution des  
broches

4

Boîtier

5

**Période de  
questions**

# Période de questions



De l'idée au PCB

