

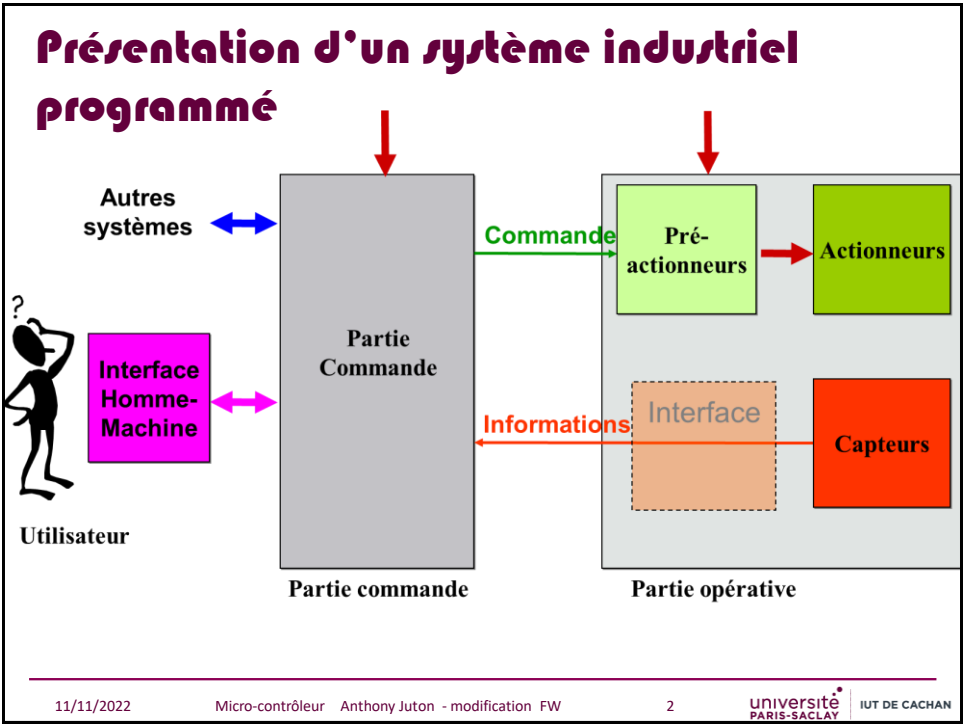
université
PARIS-SACLAY

IUT DE CACHAN

Informatique Industrielle

Micro-contrôleur

1



2

Quel élément pour la partie commande ?

Peu d'éléments à produire

On recherche :

- Faible coût de développement
- Développement rapide et aisé

=> **Automate Programmable Industriel**

Chaîne de production



Beaucoup d'éléments à produire (ex : ABS d'une voiture)

On recherche :

- Faible coût unitaire du composant

=> **Micro-contrôleur**

Appareils multimédias : téléphones...

Automobile : sécurité, contrôle du moteur...



11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

3

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

3

le marché des micro-contrôleurs

8 bits microcontrollers

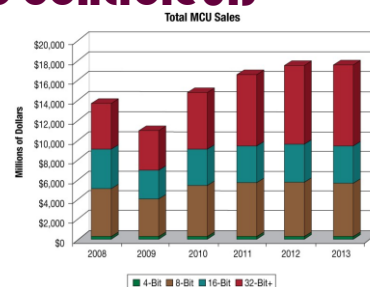
- Microchip
- Freescale (ex. Motorola)
- Cypress (μC and PSoC)
- Nec, Toshiba, ST, Philips,...

16 bits microcontrollers

- Renesas (ex. Mitsubishi / Hitachi)
- Microchip (μC and Digital Signal Controller)
- Infineon (ex. Siemens)
- Atmel, Freescale, Intel, Texas Instruments, Toshiba...

32 bits microcontrollers

- Atmel (Arm core)
- Infineon (TriCore : Risc, Cisc & DSP)
- Freescale (Arm, PowerPC or Coldfire 68000 core)
- Renesas, Nec, Texas Instruments, Toshiba...



source Semico Research Corp.
and SIA/WSTS (2010)

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

4

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

4

Exemple : le robot Gamel Trophy

11/11/2022 Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW 5 université PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

5

Exemple : le robot Gamel Trophy

Énergie

Port série
Port I²C / SPI

Micro-contrôleur

Boutons poussoirs BP0, BP1, BP2

Potentiomètre

Afficheur LCD

Utilisateur

Led Verte

B3, B4, B5, AN0, PORT D, A6

Partie commande

Sorties

Entrées

Connecteur Entrées / Sorties

Commande

Informations

Vers la partie opérative

11/11/2022 Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW 6 université PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

6

Entrée Tout Ou Rien

Exemple : un bouton poussoir

The diagram illustrates a microcontroller system with a Central Processing Unit (CPU) at the center. It is connected to various components: communication peripherals, program memory (Flash), data memory (RAM), output peripherals, and internal peripherals. All these components are connected to a central 'bus de données' (data bus). Control signals are shown as arrows pointing to each component. A push button circuit is connected to the RB3 pin of the microcontroller. The circuit consists of a push button (BPx) and a resistor (RB3). A red question mark is placed next to the button, indicating a design choice or a missing component (pull-up resistor).

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

7

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

7

Entrée Tout Ou Rien

Exemple : un bouton poussoir

Montage « pull-up »

The slide shows two circuit diagrams for a pull-up configuration. Both diagrams have a 5V VCC supply and a 4.7 kOhms resistor connected to VCC. The other end of the resistor is connected to the RB3 pin of the microcontroller. A push button (BPx) is connected between RB3 and GND. In the left diagram, the button is pressed, creating a short circuit to ground. This results in 0V at RB3, and the microcontroller reads logic 0. In the right diagram, the button is released, and the resistor pulls the voltage at RB3 up to 5V. This results in 5V at RB3, and the microcontroller reads logic 1.

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

8

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

8

Entrée Tout Ou Rien

Exemple : un bouton poussoir

Montage « pull-down »

VCC = 5V

le µC lit un 0 logique

BPx

RB3

0 V

$i=0\text{ A}$

$V_R=0\text{ V}$

4,7 kOhms

GND

VCC = 5V

le µC lit un 1 logique

BPx

RB3

5 V

$i=1\text{ mA}$

$V_R=5\text{ V}$

4,7 kOhms

GND

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

9

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

IUT DE CACHAN

9

Entrée Tout Ou Rien

Exemple : un bouton poussoir

VCC

4,7 kOhms

Vers micro-contrôleur

BPx

GND

« pull-up »

Bouton non pressé : niveau 1

Bouton pressé : niveau 0

VCC

BPx

Vers micro-contrôleur

4,7 kOhms

GND

« pull-down »

Bouton non pressé : niveau 0

Bouton pressé : niveau 1

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

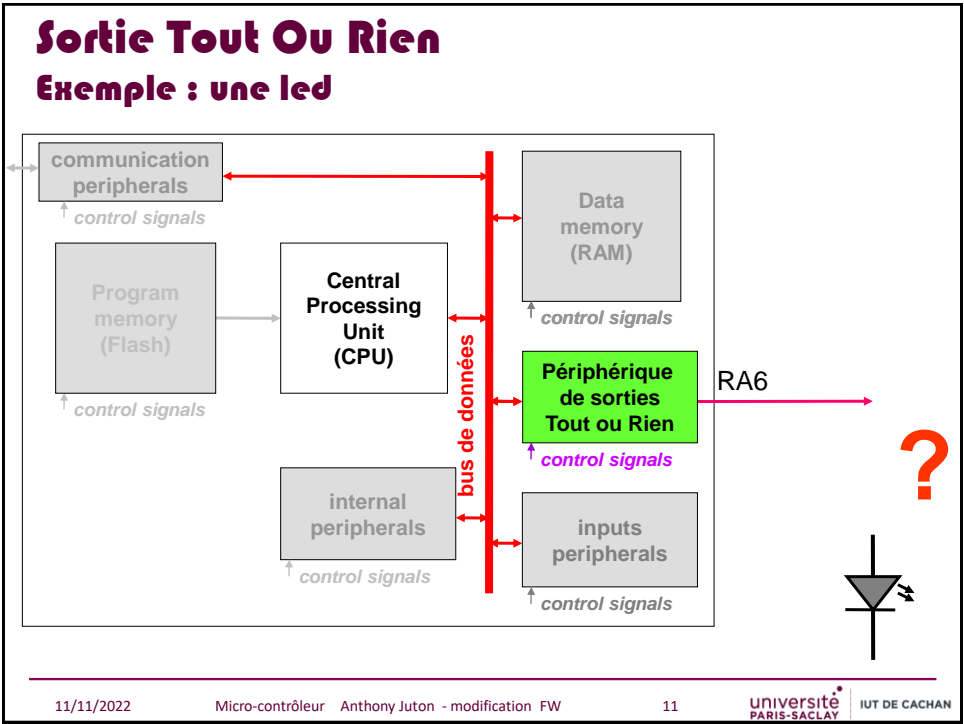
10

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

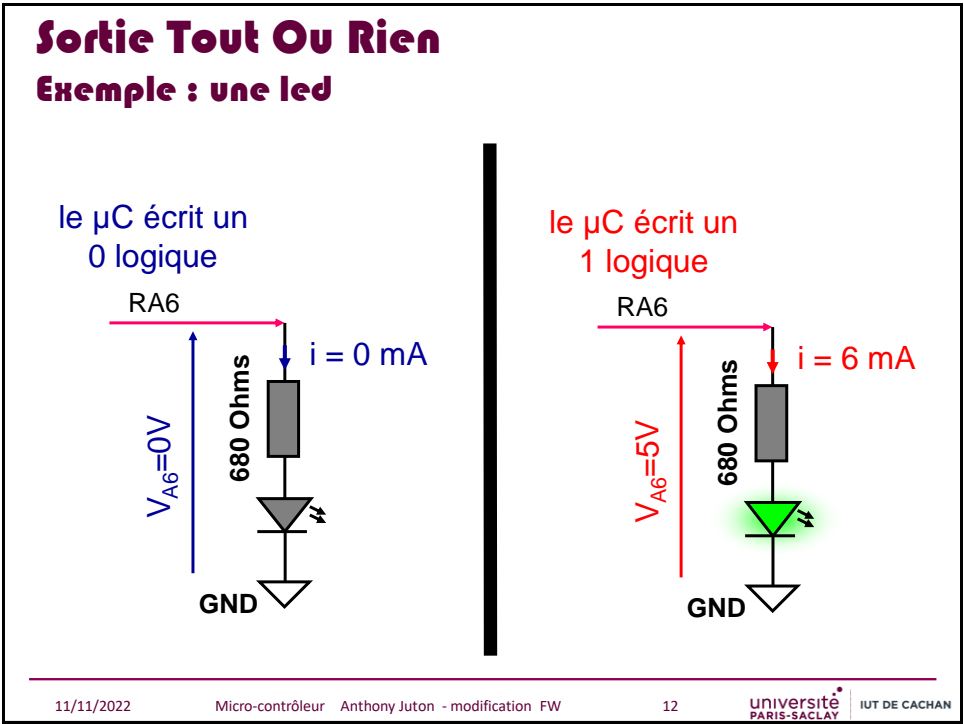
IUT DE CACHAN

10

5



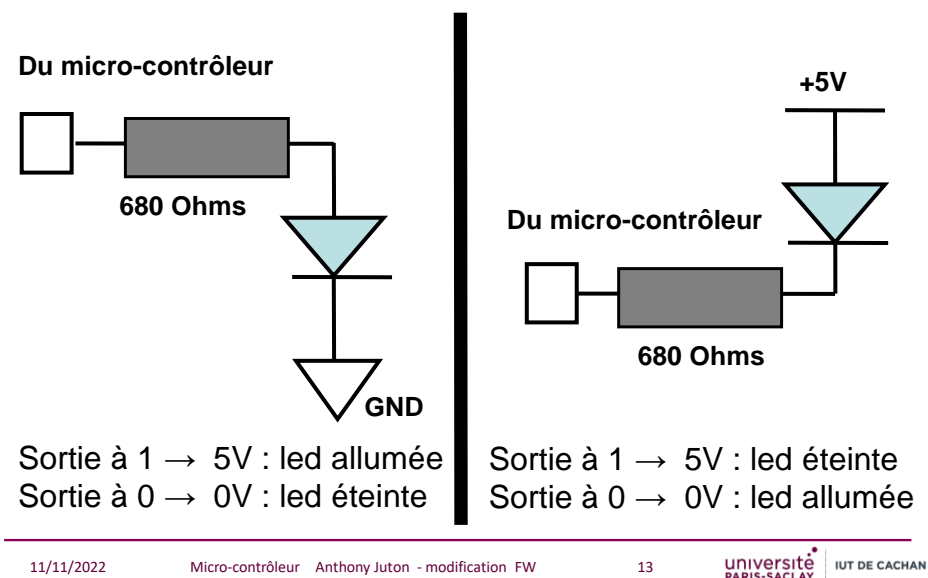
11



12

Sortie Tout Ou Rien

Exemple : une led



13

Broches du micro-contrôleur

port matériel

- Sur un micro-contrôleur, on connecte les périphériques (boutons poussoirs, leds, capteurs, préactionneur, ...) sur les broches du composant.
- Les broches sont organisées en **ports** matériels.
- Sur le **PIC18F4550** que nous utiliserons, les ports matériels sont nommés par des lettres de A à E.
- Sur un même port matériel, on peut trouver jusqu'à 8 broches numérotées de 0 à 7.
- Exemples :
 - La broche numéro 6 du port A sera notée A6.
 - La broche numéro 3 du port B sera notée B3.

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

14

université PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

14

Configuration des E/S TOR

- Chaque **broche** peut permettre la connexion d'une **entrée** ou d'une **sortie TOR**.
- Pour la configuration, on utilise une variable spéciale (ou **registre**) associée à chaque port matériel.
TRISA permet de configurer le port A
TRISB pour le port B ...
- Chaque registre **TRISx** permet la configuration des 8 broches du port : la broche 0 est associée au bit 0 (poids faible), ... , la broche 7 au bit 7 (poids fort).
- On se place du point de vue du micro-contrôleur pour choisir entre entrée ou sortie. Ainsi un bouton poussoir sera connecté à une entrée et une led à une sortie.

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

15

15

Configuration des E/S: Registres TRISx

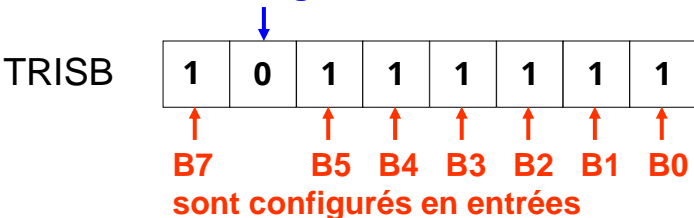
Pour configurer les entrées/sorties Tout Ou Rien d'un port, on affecte une valeur au registre TRISx

1 signifie que le bit correspondant du port sera en entrée
(1 ressemble à i comme... input)

0 signifie que le bit correspondant du port sera en sortie
(0 ressemble à o comme... output)

Exemple : TRISB = 0b 10111111 = 0xBF

B6 est configuré en sortie



11/11/2022

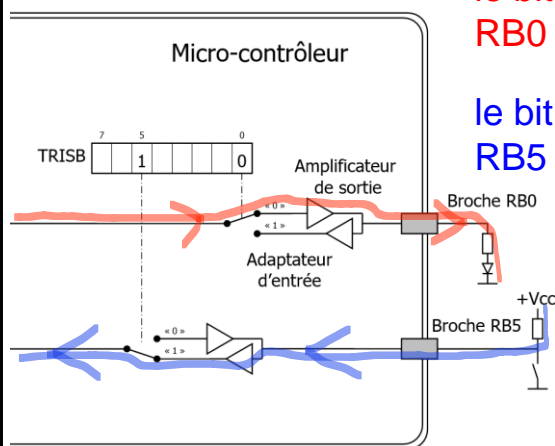
Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

16

16

Configuration des E/S: Registres TRISx

Exemple:



le bit 0 de TRISB est à 0
RB0 => Output=Sortie

le bit 5 de TRISB est à 1
RB5 => Input=Entrée

Remarque : par défaut, une broche sera configurée comme entrée.

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

17

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

17

Lecture ou écriture d'un port : registres PORTX

- Le port A est associé au registre PORTA, le port B au registre PORTB, ...
- Le bit n du registre PORTX correspond à la broche n du port X, c'est-à-dire Xn. Par exemples :
 - la broche A6 correspond au bit 6 du registre PORTA
 - la broche B3 correspond au bit 3 du registre PORTB
- **L'état d'une broche en entrée** ou **la modification d'une broche en sortie** est accessible par **lecture** ou **écriture** du bit correspondant du registre du port.
- En langage C, le type **char** permet de manipuler des octets.

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

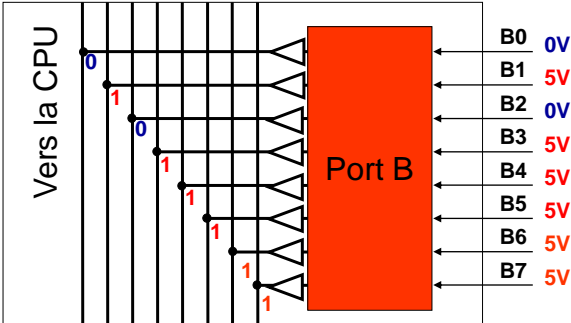
18

UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY IUT DE CACHAN

18

lecture d'une entrée TOR

Exemple du port B entièrement défini en entrée, les différentes entrées du port B sont fixées à 5V ou 0V de la manière suivante:



Pour lire le port B il faut suivre les étapes suivantes:

1 – configuration du port B

`TRISB = 0b11111111 = 0xFF; => que des entrées`

lecture d'une entrée TOR

2 – Déclaration d'une variable de type char qui s'appelle PB

`char PB;`

3 – lecture du port B

`PB = PORTB;` => Stockage de la valeur du port B dans la variable PB

PB =

1	1	1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

PB prend la valeur:

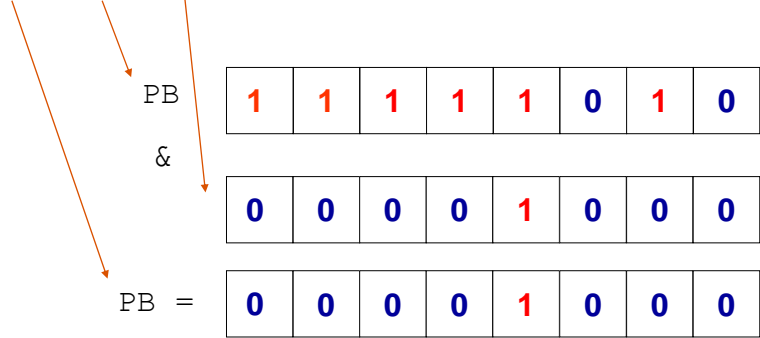
- => 11111010 en binaire
- => FA en hexadécimal
- => 250 en décimal

lecture d'une entrée TOR

Mais si on veut connaitre la valeur que d'un bit du port B il faut faire une opération de masquage, par exemple si on s'intéresse qu'au bit RB3 :

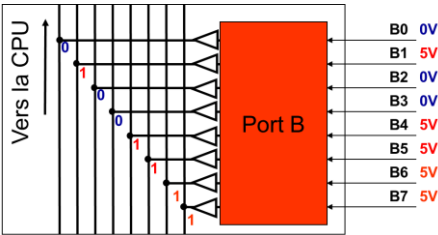
4 – masquage des bits inutiles

```
PB = PB & 0b00001000;    Autre possibilité PB = PB & 0x08;
```

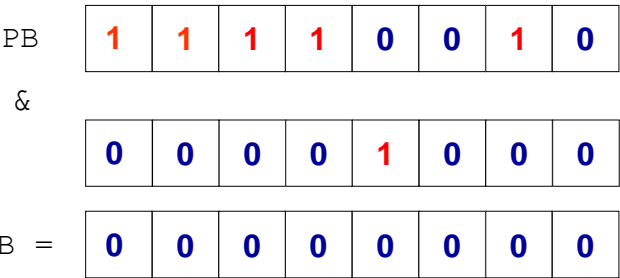


lecture d'une entrée TOR

Si B3 est à 0:



```
PB = PB & 0b00001000;
```



lecture d'une entrée TOR

En résumé : comment lire une entrée
par exemple l'état du bouton poussoir BP0 branché sur RB3

1^{ère} étape, définir une variable bp0
pour stocker l'état du bouton

2^{ème} étape, configurer B3 en entrée

Régulièrement, au cours du programme

3^{ème} étape, lire la valeur de B3
et la stocker dans bp0

4^{ème} étape, tester la valeur de bp0
(bp0 == 0) si le bouton est enfoncé
(bp0 != 0) si le bouton est relâché

```
char bp0;

TRISB = 0xFF;

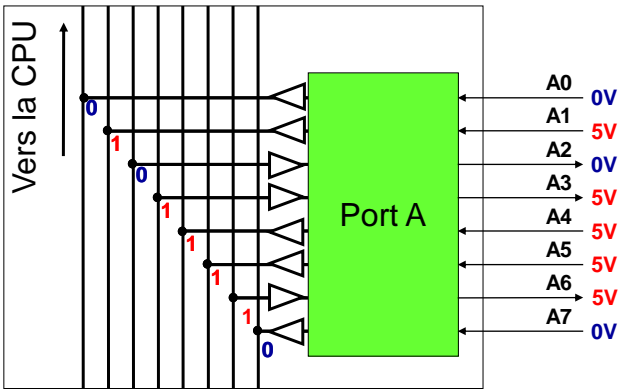
bp0 = PORTB & 0b0000100;

if (bp0 == 0)
{
    // enfoncé
}
else
{
    // relâché
}
```

23

Écriture d'une sortie TOR

Exemple du port A avec A0, A1, A4, A5, A7 définis en entrée et A2, A3, A6 définis en sorties, on veut écrire uniquement sur A6:



Pour écrire une sortie sur port A il faut suivre les étapes suivantes:

1 – configuration du port A

TRISA = 0b10110011 = 0xB3;

24

Écriture d'une sortie TOR: forçage à 1

2 – Déclaration d'une variable de type char qui s'appelle définition PA

```
char PA ;
```

3 – lecture du port A

```
PA = PORTA;
```

PA =	0	X	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

4 – mise à 1 du bit 6

```
PA = PA | 0b01000000; Autre possibilité PA = PA | 0x40;
```

PA =	0	X	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

ou

0x40	0	1	0	0	0	0	0	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

PA =	0	1	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

5 – écriture de la nouvelle valeur du PORTA

```
PORTA = PA;
```

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

25

université PARIS-SACLAY

IUT DE CACHAN

25

Écriture d'une sortie TOR: forçage à 0

2 – Déclaration d'une variable de type char qui s'appelle définition PA

```
char PA ;
```

3 – lecture du port A

```
PA = PORTA;
```

PA =	0	X	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

4 – mise à 0 du bit 6

```
PA = PA & 0b10111111; Autre possibilité PA = PA & ~0x40;
```

PA =	0	X	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

&

0x40	1	0	1	1	1	1	1	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---

PA =	0	0	1	1	1	0	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

5 – écriture de la nouvelle valeur du PORTA

```
PORTA = PA;
```

11/11/2022

Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW

26

université PARIS-SACLAY

IUT DE CACHAN

26

Écriture d'une sortie TOR

En résumé, comment écrire sur une sortie
par exemple imposer l'état d'une led branchée sur RA6

1^{ère} étape, configurer A6 en sortie `TRISA = 0b10111111`

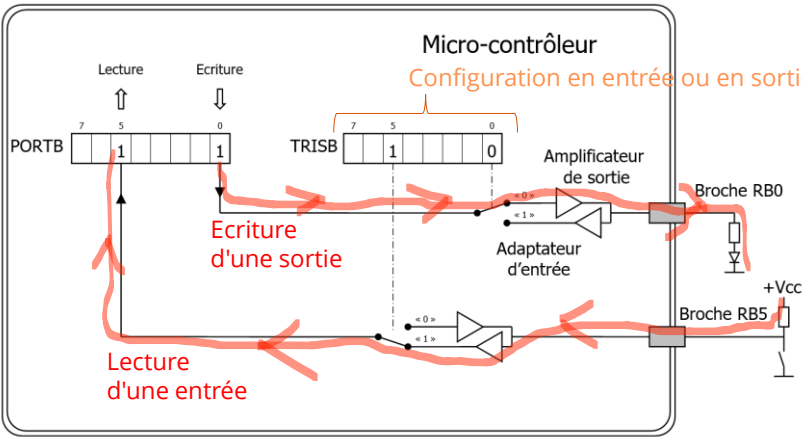
Régulièrement, au cours du programme

2^{ème} étape
soit écrire un 1 sur A6 pour `PORTA = PORTA | 0b01000000;`
allumer la led `0x40`

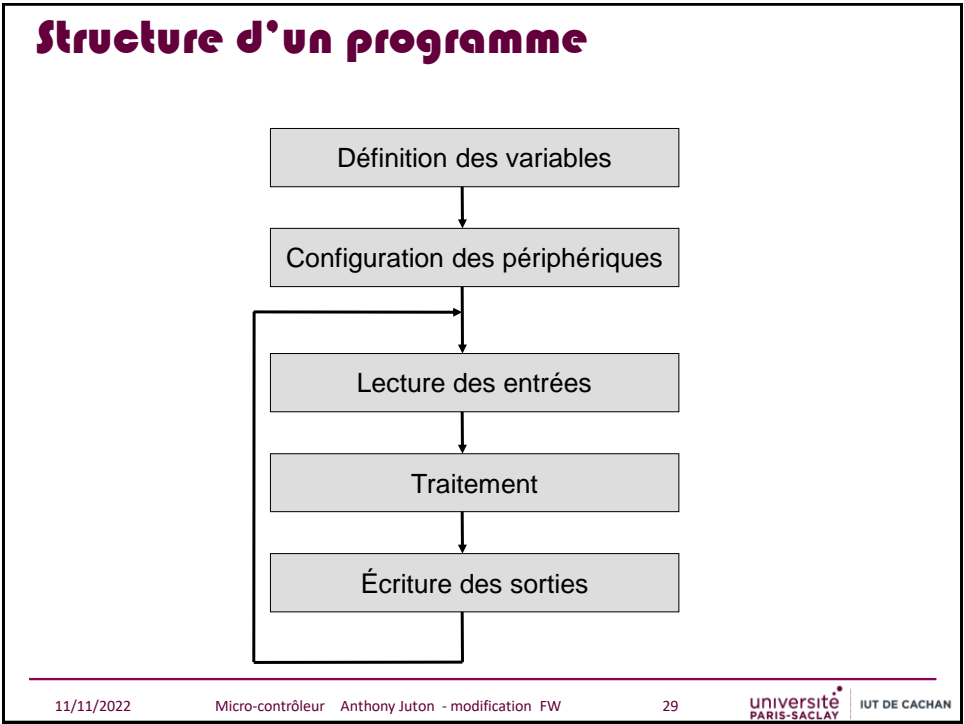
soit écrire un 0 sur A6 pour `PORTA = PORTA & 0b10111111;`
éteindre la led `~0x40`

27

Écriture/lecture de TOR



28



29

Structure d'un programme

```
// Bibliothèques
void main()
{
    // Définition des variables
    // Configuration des périphériques
    while (1)
    {
        // Lecture des entrées
        // Calculs et tests
        // Écriture des sorties
    }
}
```

se pèpète en permanence grâce au while (1)

11/11/2022 Micro-contrôleur Anthony Juton - modification FW 30 **UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY** IUT DE CACHAN

30