ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Enseignes et afficheurs à LED

Les entrées-sorties

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Pierre-Yves Rochat

Les entrées-sorties

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Pierre-Yves Rochat

- Rôle des broches en entrée et en sorties
- Ports et registres sur AVR et MSP430
- Opérations logiques sur champs de bits
- Écritures des constantes

Broches en entrée et en sorties

- GPIO : ***G**eneral **P**urpose **I**nput **O**utput*

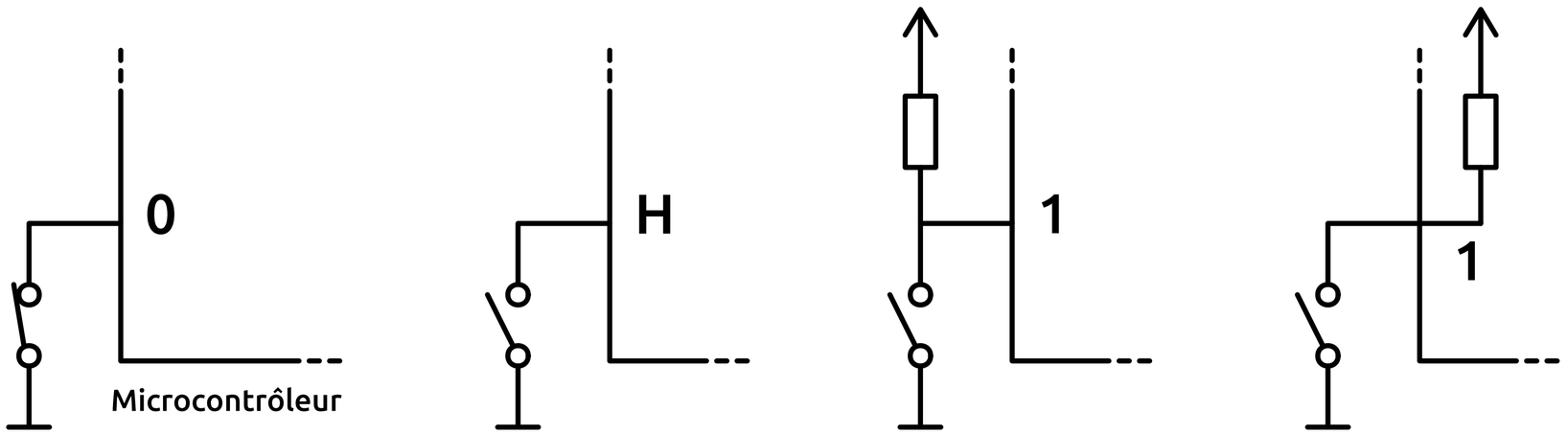
- Arduino : choix par `pinMode()`
- Lecture par `digitalRead()`
- Écriture par `digitalWrite()`

- Simple… mais pas toujours optimal
- Accès à une seule broche à la fois
- Temps d’exécution important
- Taille mémoire peu optimale

Rôle des broches

- Entrée à haute impédance
- Entrée avec une résistance de tirage vers le haut : *pull-up*
- Entrée avec une résistance de tirage vers le bas : *pull-down*

- Sortie à *0*
- Sortie à *1*



Les ports et leurs registres

- Les broches sont regroupées par **ports**
- Les ports ont souvent **8 bits**, parfois 16 ou 32 bits
- Un port peut être incomplet sur un modèle donné de microcontrôleur
- Les noms des ports dépendent des familles de microcontrôleurs

- On accède aux broches et à leur rôle par des **registres**
- **PIC** : PORTA — TRIS
- **AVR** : PORTA — DDRA — PINA
- **MSP430** : P1DIR — P1OUT — P1IN — P1REN

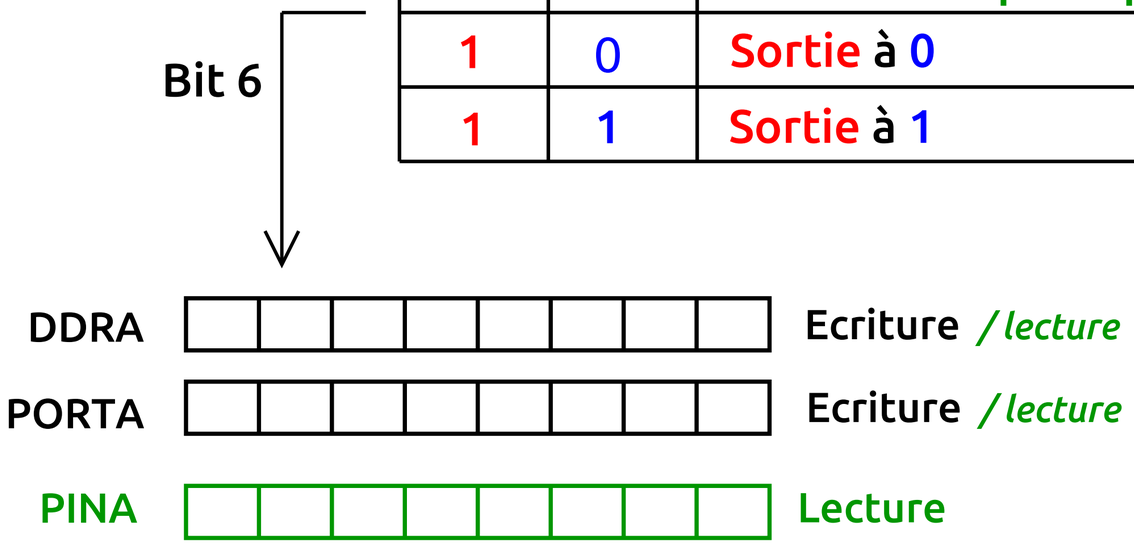
Les registres sur les AVR

- Sur les AVR, les ports s'appellent PORTA, PORTB, ...
- Les 8 broches du PORTA s'appellent PA0, PA1... PA7

3 registres sont utilisés pour piloter chaque port :

- **DDRA** ***D**ata **D**irection **R**egister*
- **PORTA** : registre de sortie
- **PINA** : donne l'état de chaque broche

DDR	PORT	Rôle de la broche
0	0	Entrée
0	1	Entrée avec pull-up
1	0	Sortie à 0
1	1	Sortie à 1



Les registres sur les MSP430

- Sur les MSP430, les ports s'appellent P1, P2, ...
- Les 8 broches de P1 s'appellent P1.0, P1.1... P1.7

4 registres sont utilisés pour piloter chaque port :

- **P1DIR** : registre de direction
- **P1OUT** : registre de sortie
- **P1IN** : donne l'état de chaque broche
- **P1REN** : enclenche une résistance de tirage

REN	DIR	OUT	Rôle de la patte
0	0	0	Entrée
1	0	1	Entrée avec Pull-up
1	0	0	Entrée avec Pull-down
0	1	0	Sortie à 0
0	1	1	Sortie à 1

Lecture et écriture sur un port

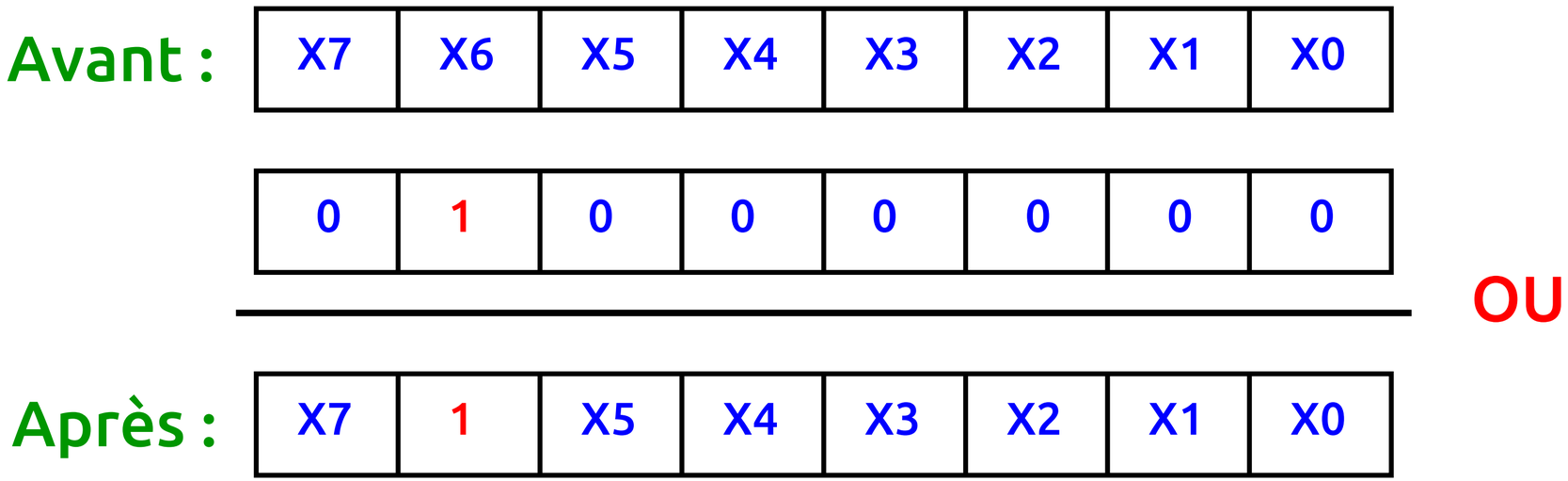
- Initialisations : `P1DIR = 0b01000001;`
- Lecture : `variable = P1IN;`
- Écriture : `P1OUT = valeur;`

- Comment agir sur un seul bit à la fois ?
- Grâce aux opérateurs logiques du C !

- Le **OU** logique : **|**
- Le **ET** logique : **&**
- L'**inversion** logique : **~**

Mise à un de bits

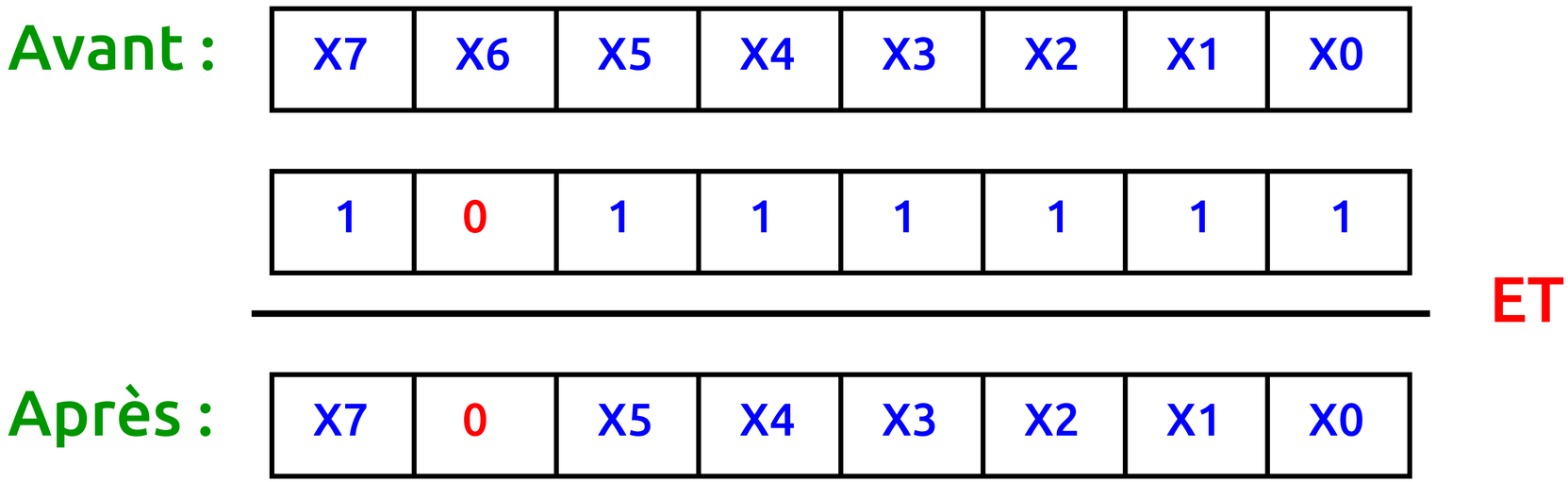
- `P1OUT |= 0b01000000;`



- Également sur plusieurs bits : `P1OUT |= 0b01000001;`

Mise à zéro de bits

- `P1OUT &= 0b10111111;`



- Également sur plusieurs bits : `P1OUT &= 0b10111101;`

Écriture plus lisibles des constantes

- `P1OUT |= 64;`
- `P1OUT |= 0x40;`
- `P1OUT |= 0b01000000;`
- `P1OUT |= (1<<6);`

- Avec l'opérateur d'inversion : `P1OUT &=~(1<<6);`

- ***bit set*** : `P1OUT |= (1<<6);`
- ***bit clear*** : `P1OUT &=~(1<<6);`

Inversion d'un bit par OU exclusif

- Le C offre un opérateur pour le OU exclusif : ^
- `P1OUT ^= (1<<6); // inverse le bit 6`

Utilisation de `#define`

```
1  #define ClockSet P1OUT |= (1<<5)
2  #define ClockClear P1OUT &=~(1<<5)
3
4  #define LedRougeOn P1OUT |= (1<<0)
5  #define LedRougeOff P1OUT &=~(1<<0)
6  #define LedRougeToggle P1OUT ^= (1<<0)
```

Les entrées-sorties

- Rôle des broches en entrée et en sortie
- Ports et registres sur AVR et MSP430
- Opérations logiques sur champs de bits
- Écritures des constantes