

CHAPITRE EN8

*Architecture élémentaire des
ordinateurs:
les entrées-sorties et autres
périphériques*

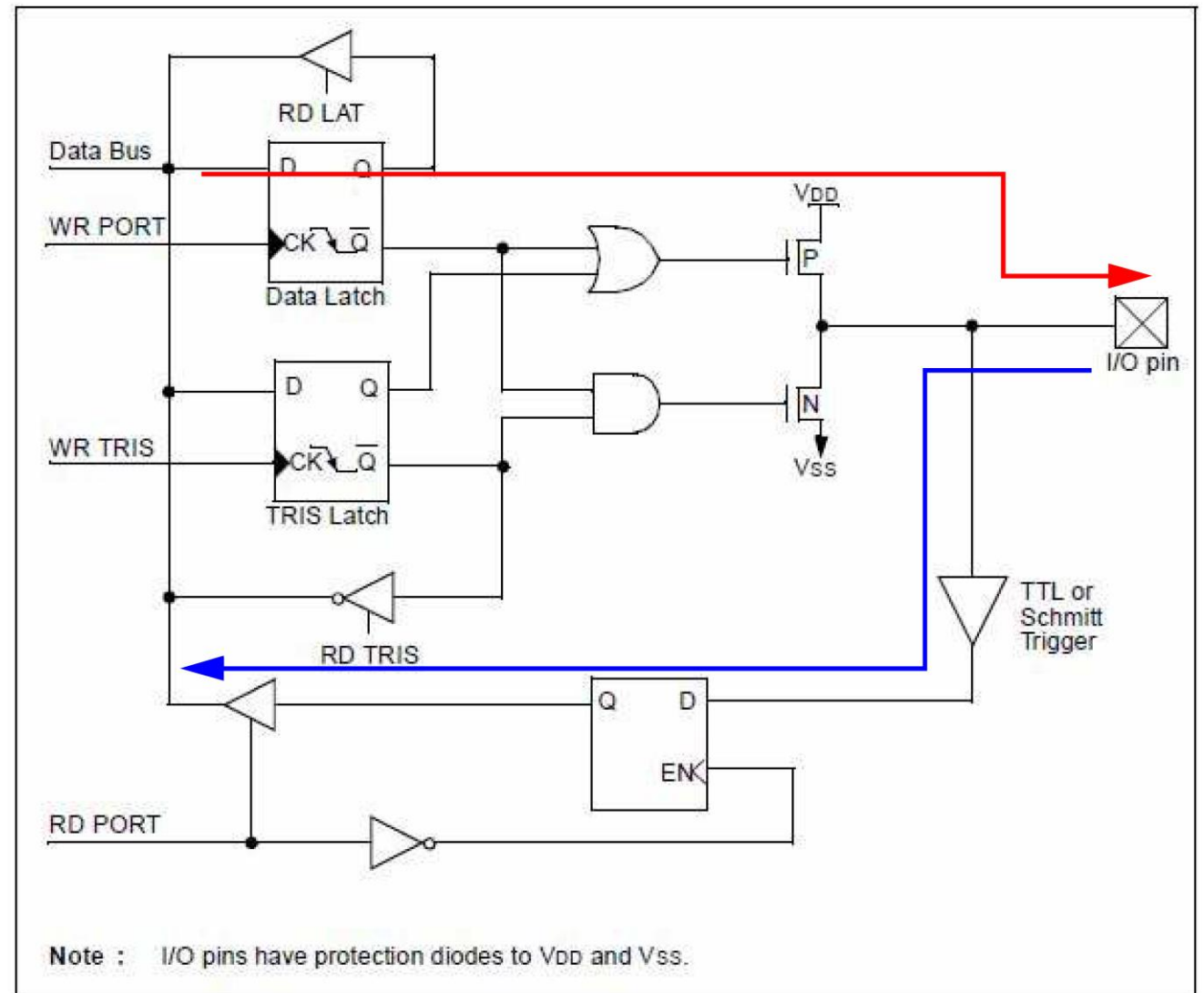
- 1. Vue d'ensemble
- 2. Les ports d'entrée-sortie
- 3. Le convertisseur Analogique / Numérique
- 4. Autres périphériques
- 5. Glossaire

VUE D'ENSEMBLE

- Entrées-sorties (E/S ou I/O) et périphériques : ensemble de ressources qui permet d'utiliser le calculateur dans un environnement réel :
 - Stockage de masse : disque dur, clé USB, CD/DVD
 - Liaisons : vers interfaces homme-machine
vers capteurs et actionneurs
entre calculateurs
 - protocoles: RS232, SPI, USB, Centronics, I2C, CAN, GPIB, etc....
- Microprocesseur / Processeur : puissance de calcul mais pas vraiment d'E/S
- Microcontrôleur : moindre puissance de calcul mais nombreuses E/S sur le circuit
Exemples : interfaces SPI, I2C, PWM, LCD, DAC, ADC ...
- Gestion des E/S : soit par scrutation continue sous le contrôle du processeur (Polling),
soit par interruptions

LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Vue d'ensemble

- Permettent le transfert de données numériques
- Peuvent être programmés en entrée ou en sortie par groupe de bits ou bit à bit
- Peuvent être utilisés comme entrée de déclenchement d'interruption
- Peuvent être associés à des fonctions analogiques (conversion A/N et N/A)
- Contrôlés via 3 registres spécialisés:
 - Data Register (PORT ou LAT)
 - Data Direction Register (TRIS)

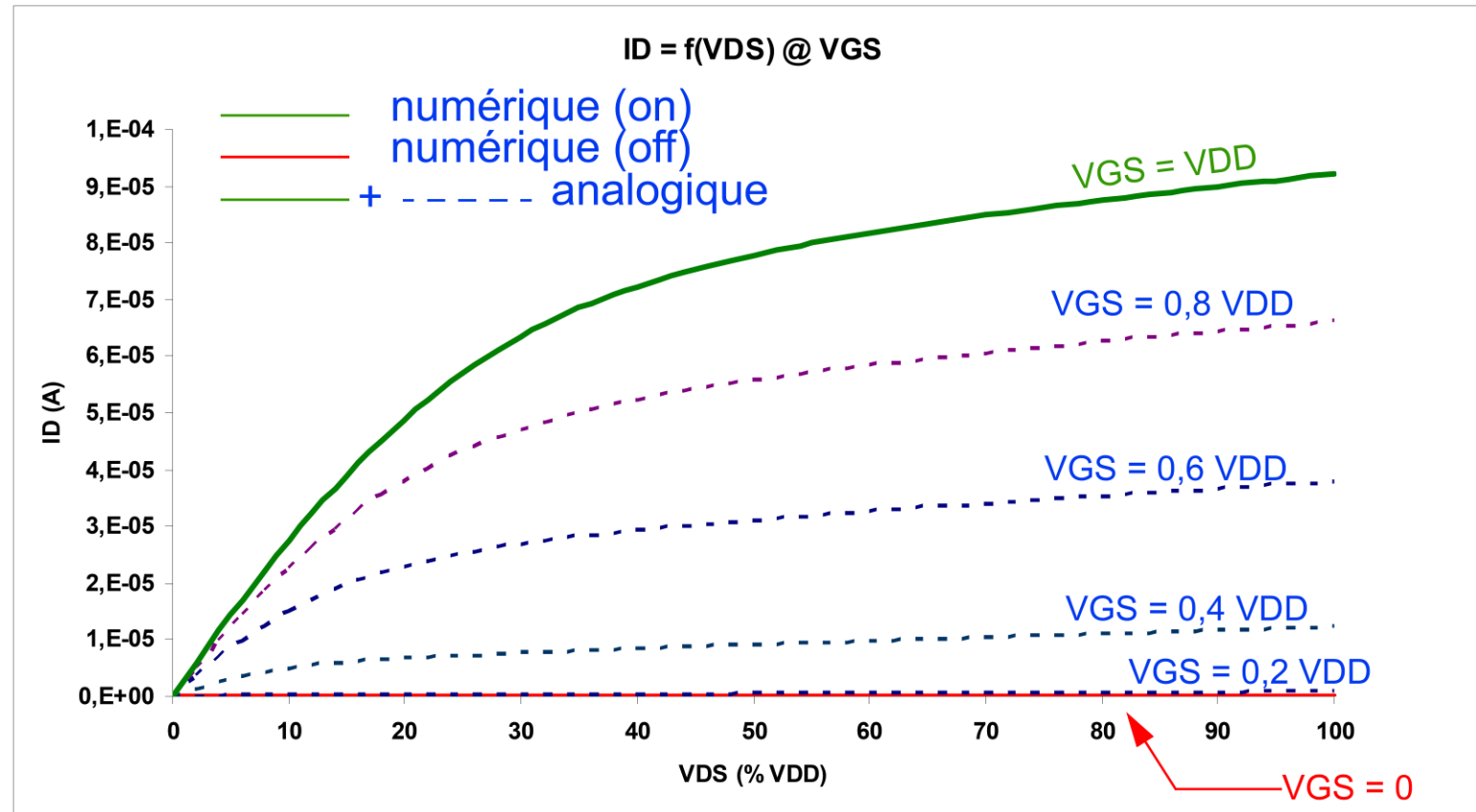
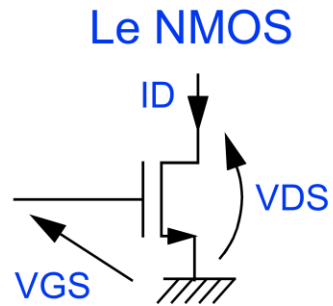


LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Vue d'ensemble

- Bit à 1 dans TRISx \Rightarrow entrée correspondante en entrée (Input)
- Bit à 0 dans TRISx \Rightarrow entrée correspondante en sortie (Output)

- Lire le registre PORTx permet de connaître l'état des pattes configurées en entrées.
- Ecrire sur le registre PORTx (ou LATx) permet de forcer l'état des pattes configurées en sorties.

LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Le transistor MOS - Circuits CMOS



$V_{GS} = 0$

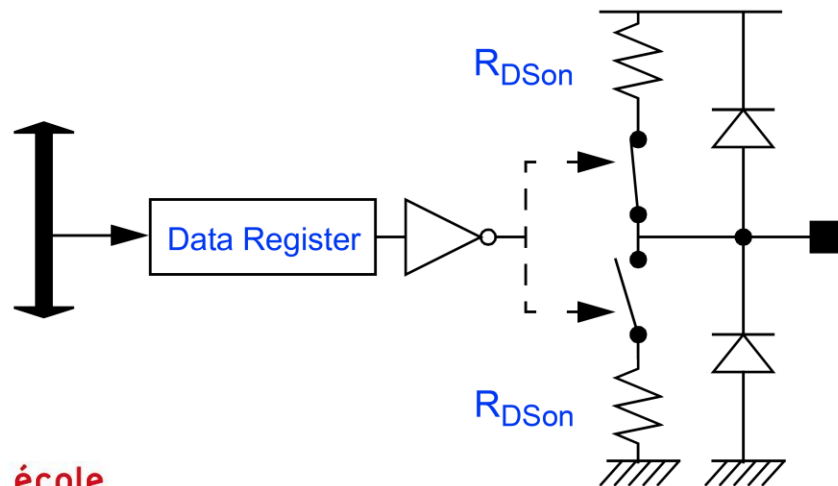
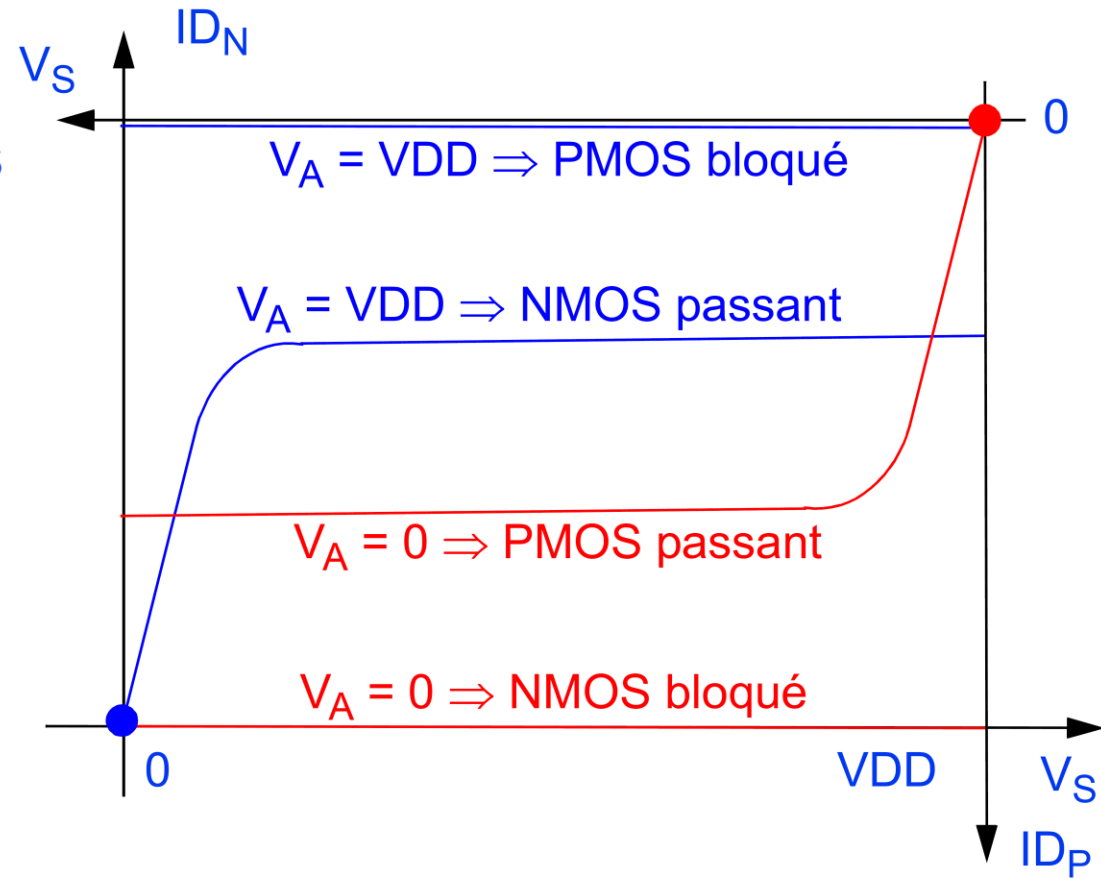
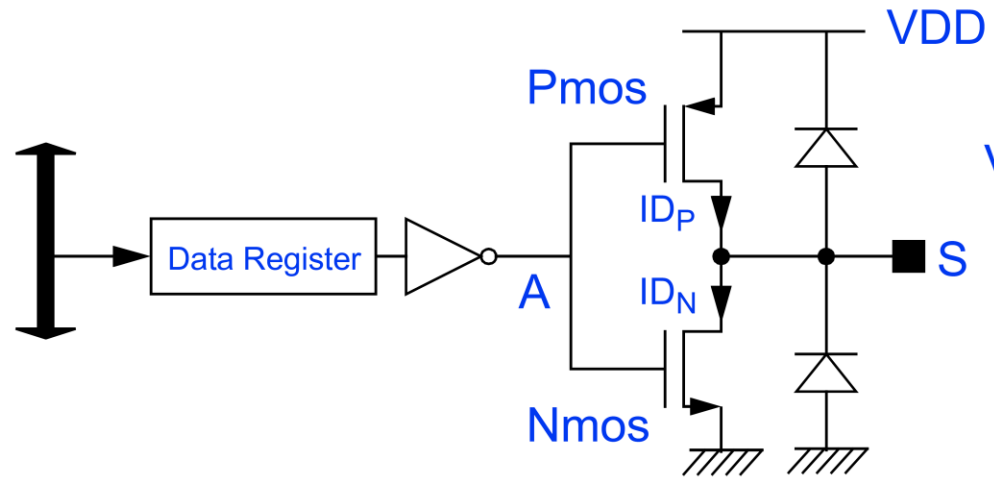
interrupteur ouvert

$V_{GS} = V_{DD}$

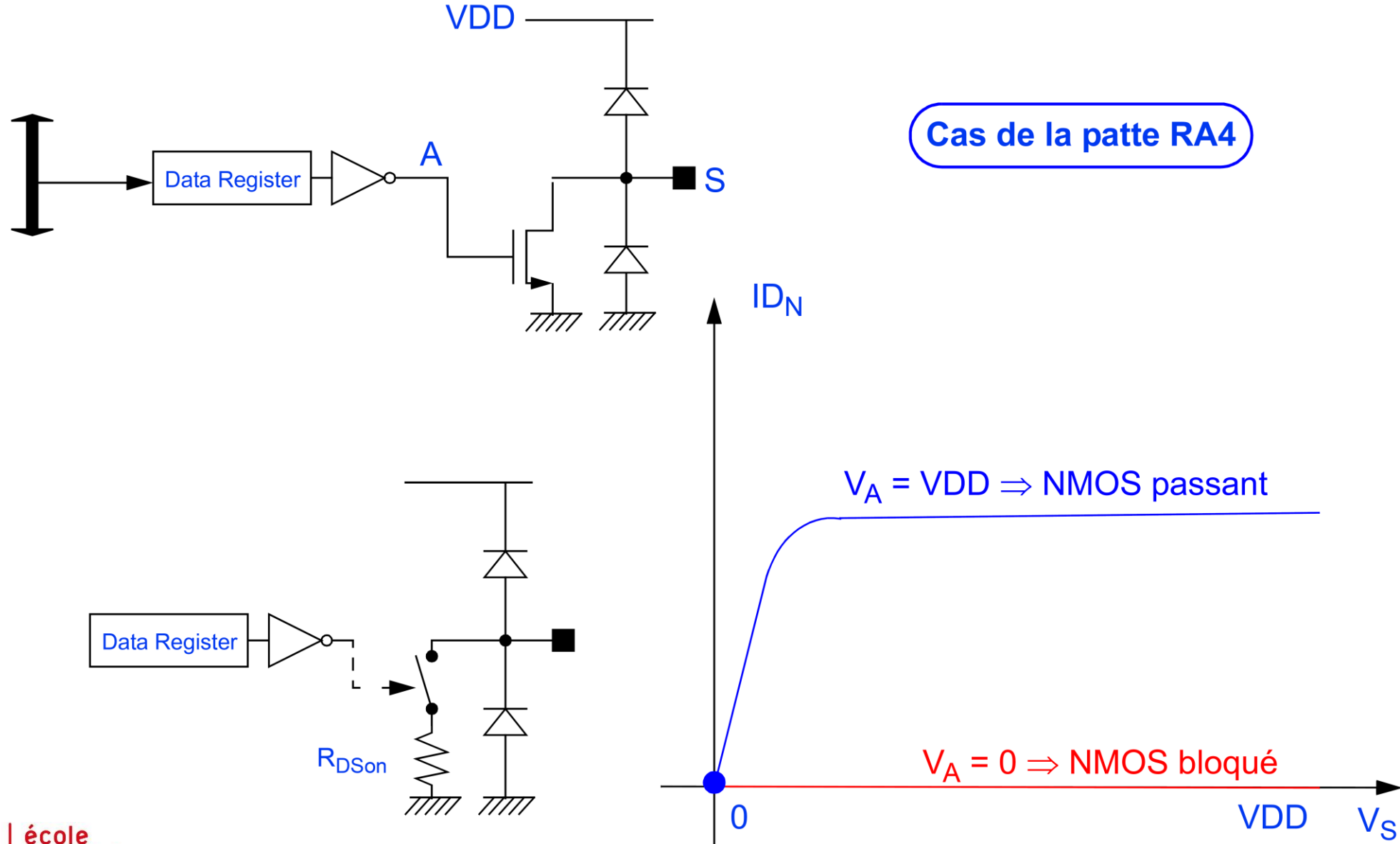
interrupteur fermé mais "résistance équivalente" R_{DS} non nulle

PMOS: principe identique au NMOS mais courants et tensions inversées

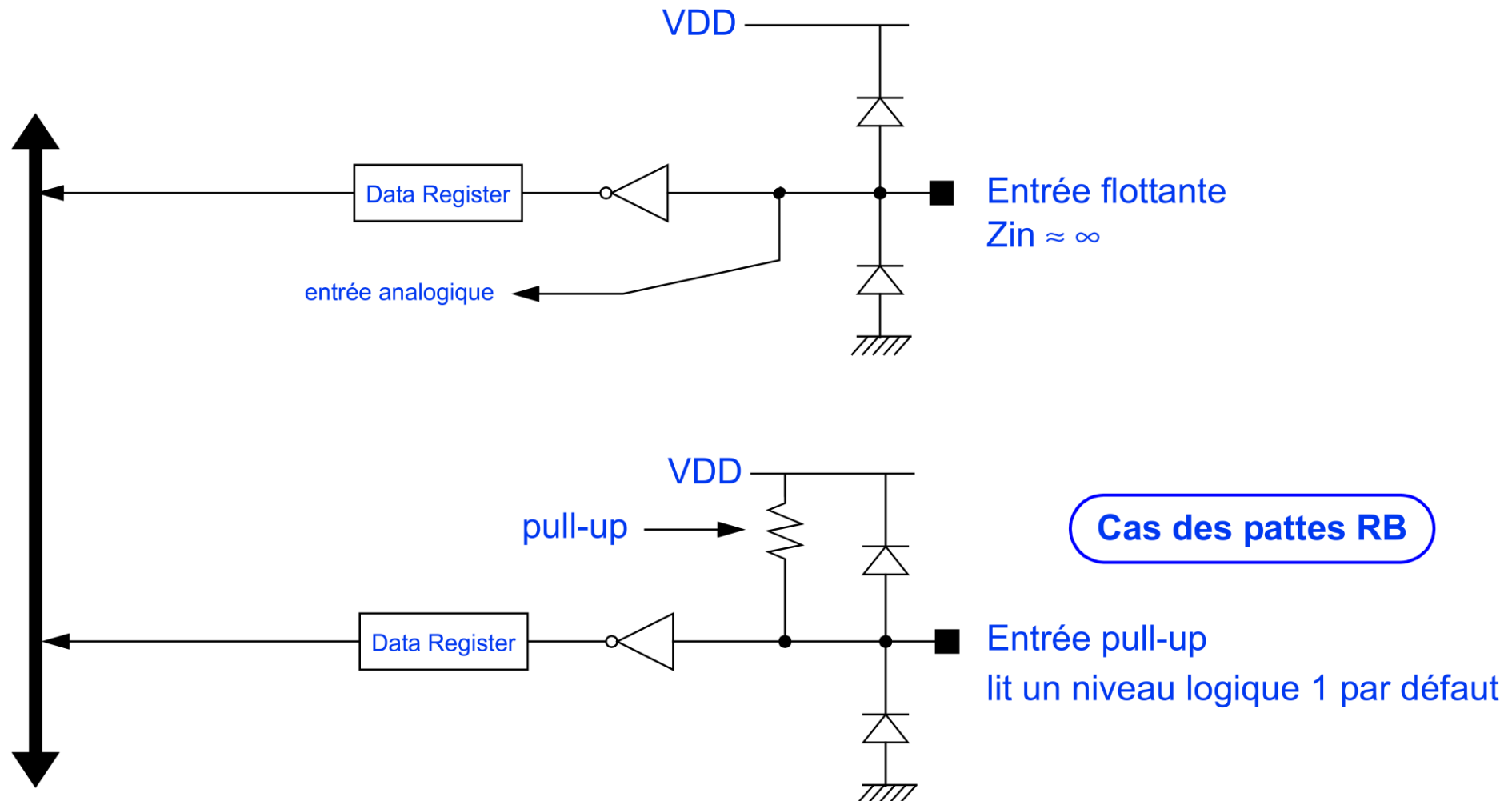
LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Sortie en PUSH-PULL



LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Sortie en drain ouvert



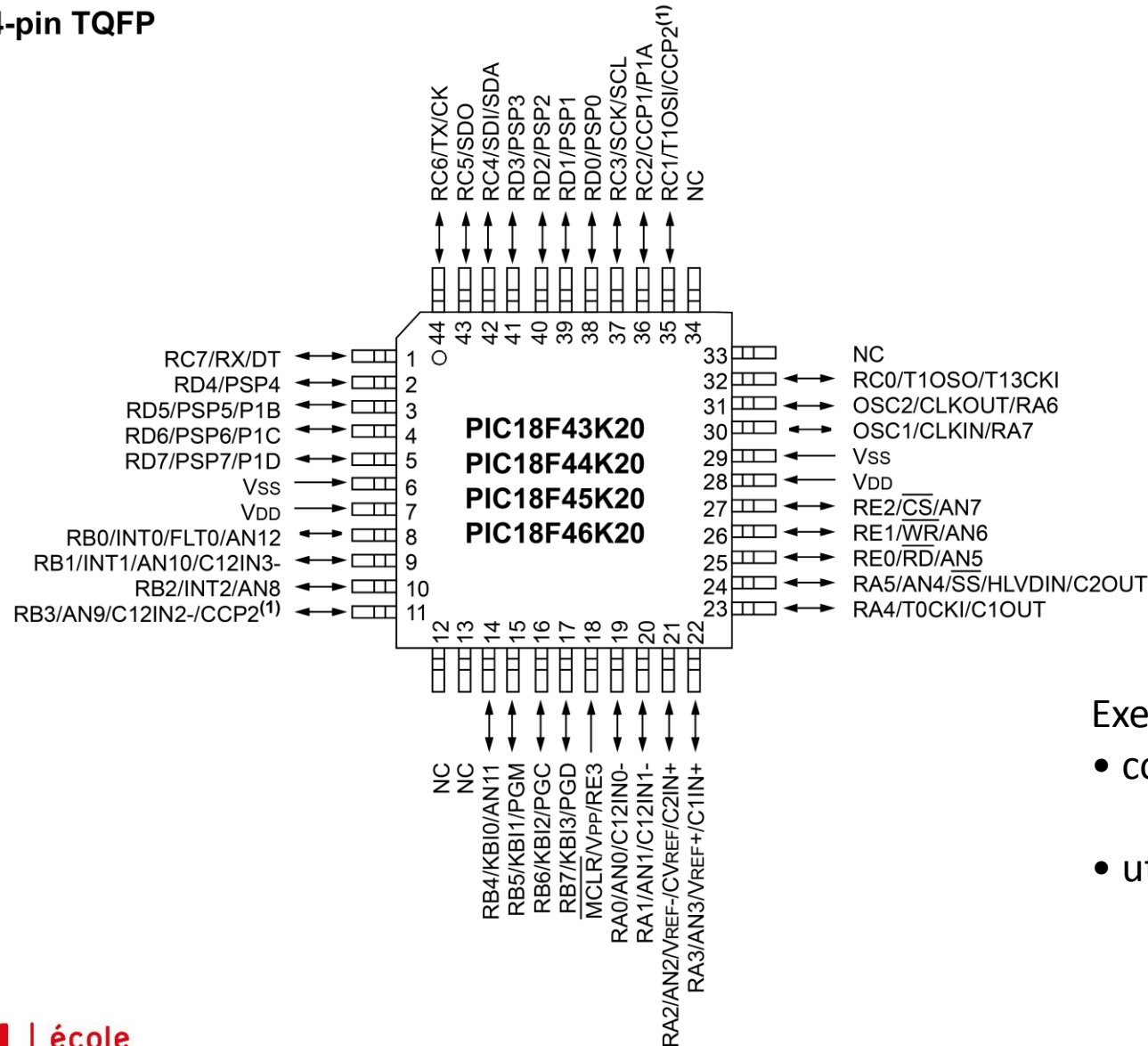
LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Entrée flottante et Pull-up



remarque: les résistances de Pull-up sur le port RB peuvent être activées / désactivées individuellement (cf. bit \overline{RBPU} dans le registre INTCON2 et registre WPUB)

LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Exemple du PIC18F45K20

44-pin TQFP

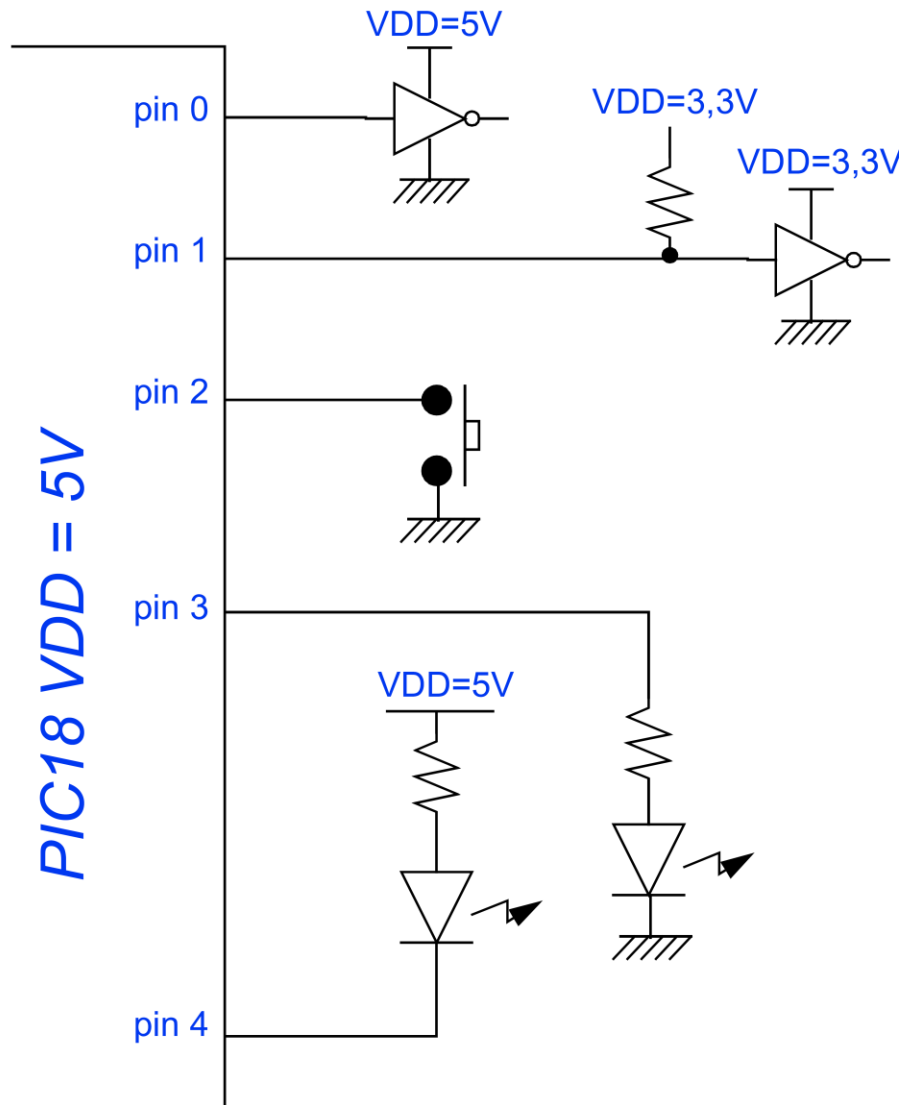


- 1 port d'entrée-sortie RA (8 bits)
- 1 port d'entrée-sortie RB (8 bits)
- 1 port d'entrée-sortie RC (8 bits)
- 1 port d'entrée-sortie RD (8 bits)
- 1 port d'entrée-sortie RE (4 bits)

Exemple: **pour forcer l'état sur la patte RA6**

- configurer le bit 6 du port A en sortie push-pull :
écrire un 0 dans le bit 6 du registre TRISA
- utiliser le port:
écrire la donnée à sortir (0/1) dans le bit 6
du registre LATA (ou PORTA)

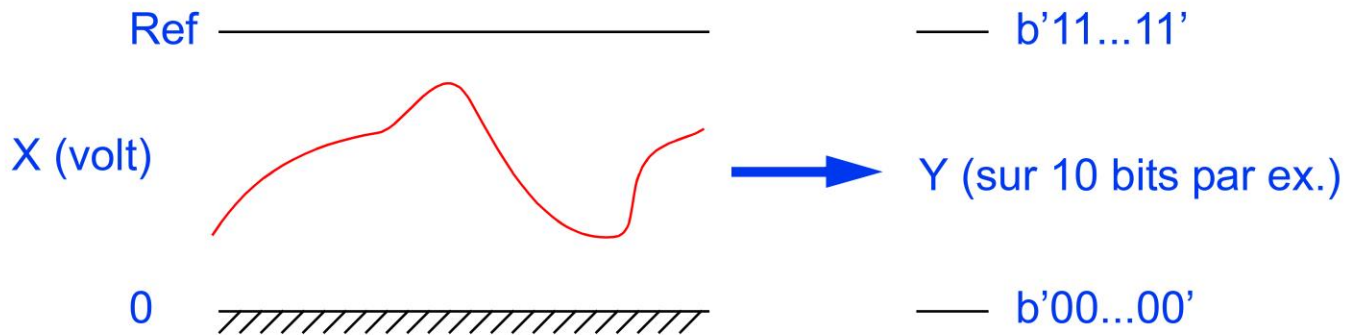
LES PORTS D'ENTRÉE-SORTIE – Différentes configurations: pour quoi faire?



Quelle configuration pour chaque patte ?

	IN		OUT	
	Pull up	Floating	Push-pull	Open drain
pin 0				
pin 1				
pin 2				
pin 3				
pin 4				

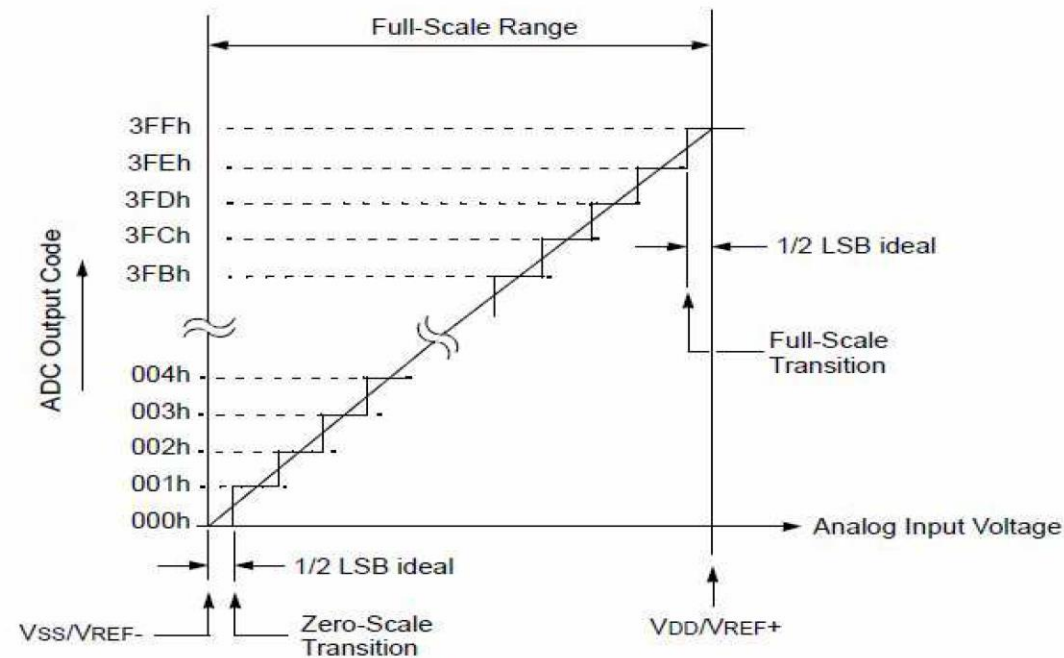
LE CONVERTISSEUR A/N – Le convertisseur A/N (Analog to Digital Converter)



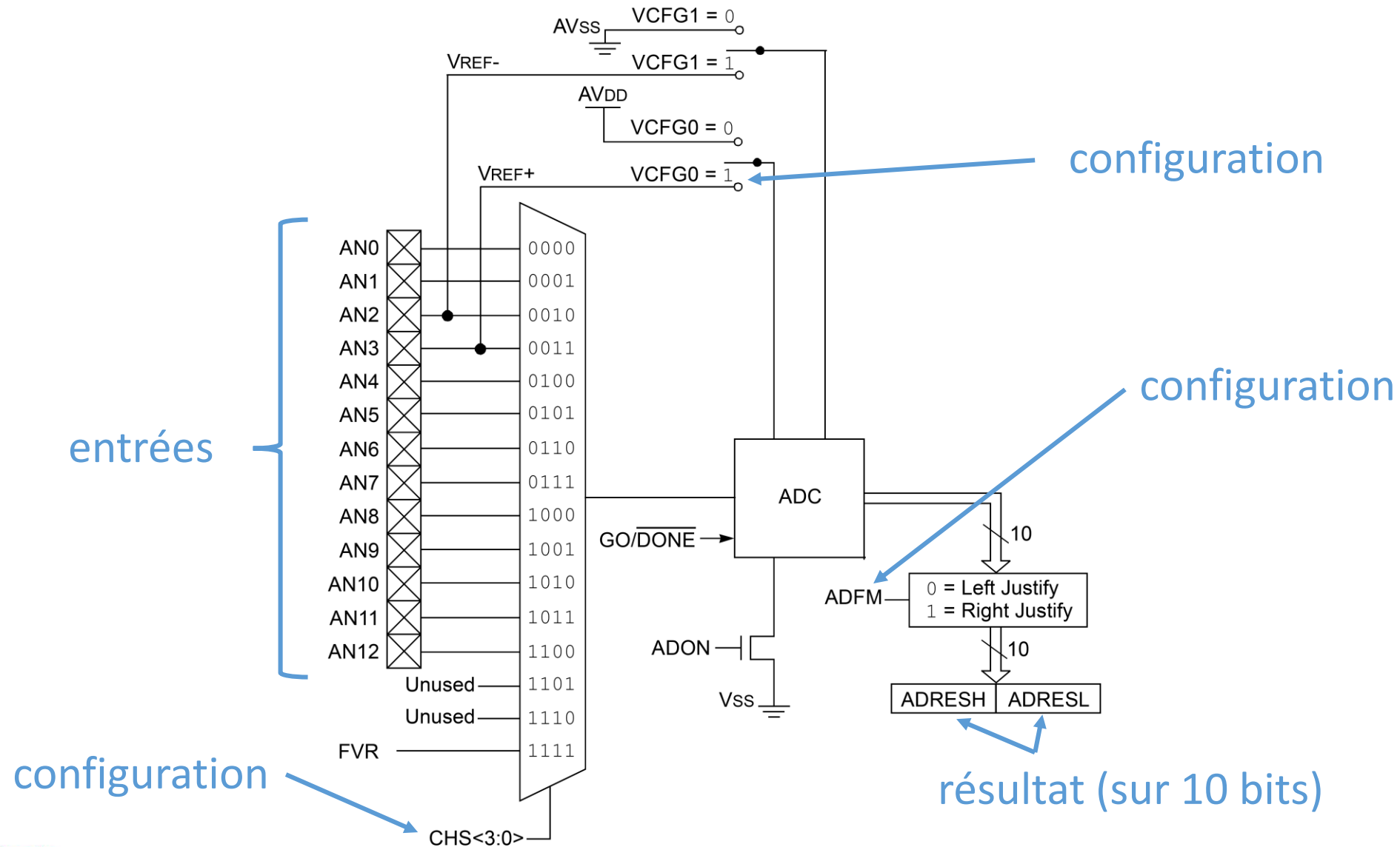
Pour N bits:

$$Y = \frac{X}{Ref} \cdot (2^N - 1)$$

ADC TRANSFER FUNCTION



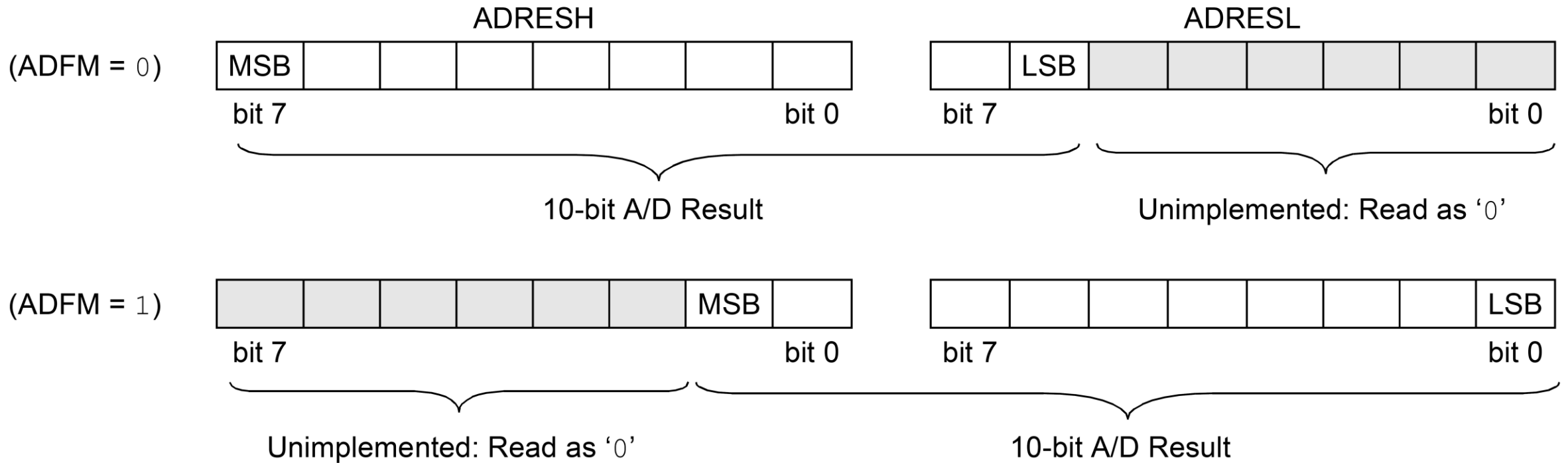
LE CONVERTISSEUR A/N – Le convertisseur A/N (Analog to Digital Converter)



LE CONVERTISSEUR A/N – Le convertisseur A/N (Analog to Digital Converter)

Format du résultat de la conversion:

"right-justified" ou "left-justified"

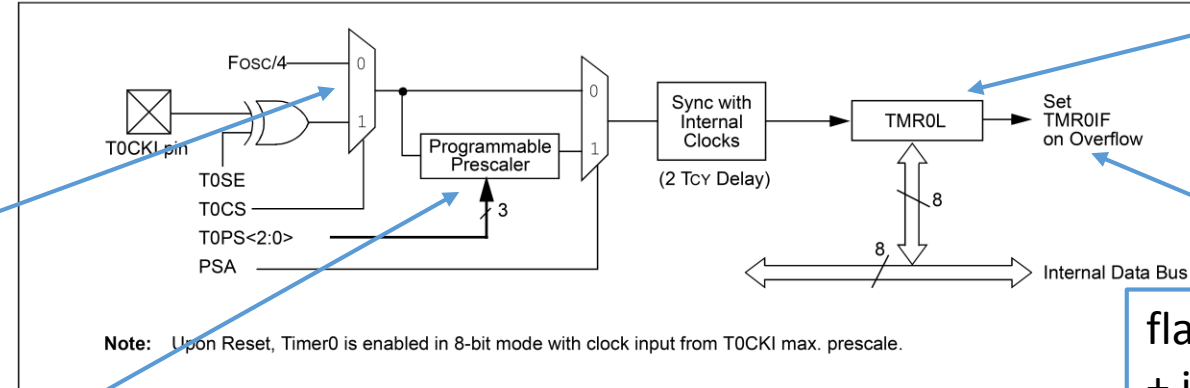


AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – Les compteurs/timers : vue d'ensemble

- Compteurs à fréquence d'horloge sélectionnable
- Fonctions possibles:
 - reset automatique après une valeur particulière (Special Event Trigger)
 - capture de la valeur instantanée du compteur par un signal d'entrée (Input Capture)
 - déclenchement d'une action sur une valeur instantanée particulière du compteur (Output Compare)
- Applications:
 - comptage d'événements extérieurs (fonction "compteur")
 - temporisations diverses
(fonction "timer", utilisation de la fonction "Special Event Trigger" ou "Output Compare")
 - mesure d'intervalles de temps (utilisation de la fonction "Input Capture")
 - génération de signaux PWM
 - veille de sécurité (fonction "watchdog")

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – Les compteurs/timers: exemple du PIC18F45K20

- 1 compteur 8 ou 16 bits (Timer0) + 2 compteurs 16 bits (Timer1 et Timer3) + 1 compteur 8 bits (Timer2)
 - **Exemple du Timer0:**
- FIGURE 12-1: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (8-BIT MODE)

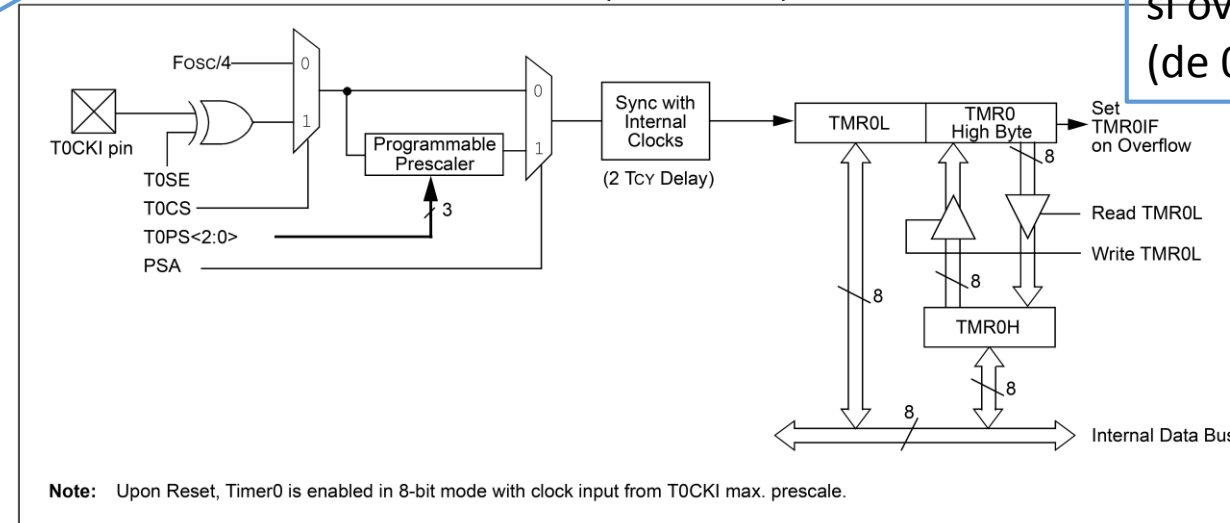


valeur du timer
en lecture/écriture

cadencement
par horloge interne (timer)
ou événement externe (compteur)

- flag = 1
- + interruption (masquable)
- si overflow
- (de 0xFF à 0x00)

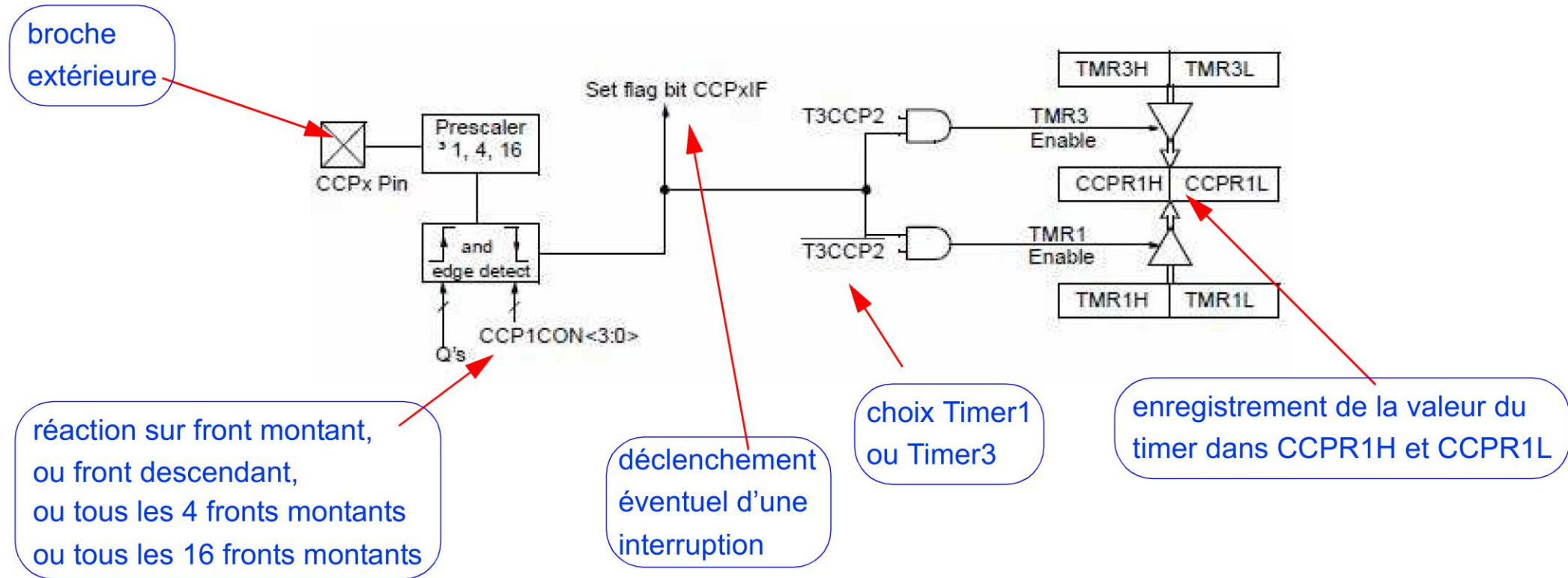
FIGURE 12-2: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (16-BIT MODE)



Note: Upon Reset, Timer0 is enabled in 8-bit mode with clock input from T0CKI max. prescale.

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – Les compteurs/timers: fonction input capture

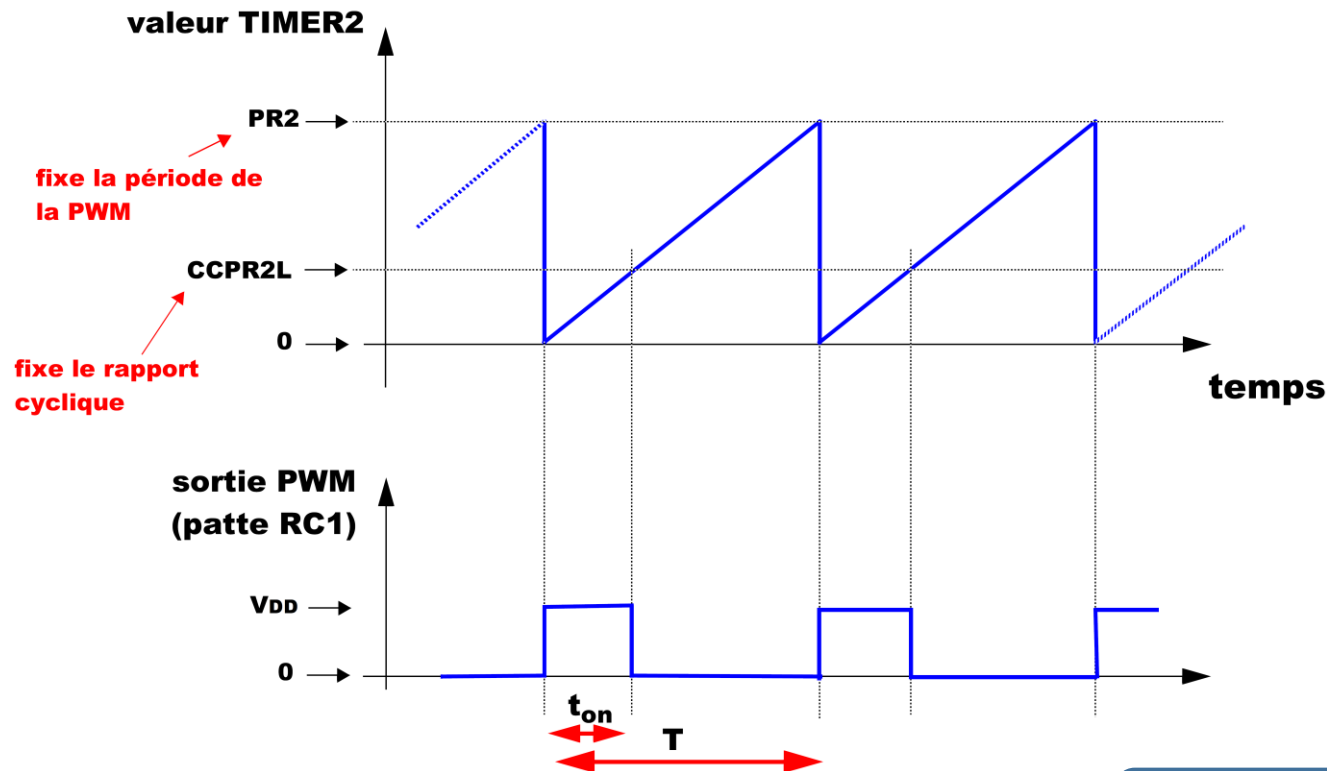
- Stocke la valeur courante du timer à chaque front montant ou descendant (au choix) de l'entrée extérieure CCP



Par exemple, sur un signal périodique :

la différence entre la valeur n et la valeur $n+1$ correspond à la période du signal

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – Les compteurs/timers : fonction PWM



A fréquence d'horloge donnée:

- la valeur du registre PR2 fixe la fréquence du signal PWM
- la valeur du registre CCPR2L fixe le rapport cyclique du signal PWM

$$\text{Duty Cycle} = t_{on}/T$$

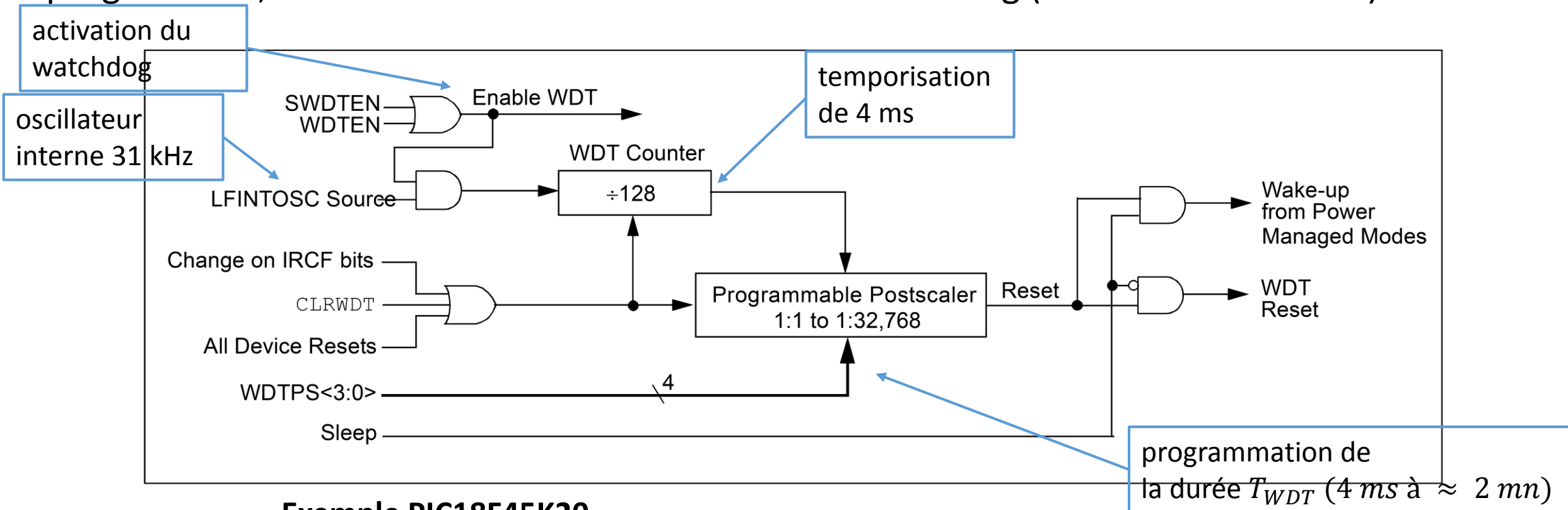
- La valeur moyenne du signal PWM vaut :

$$V_{PWM_{avg}} = V_{DD} \times (t_{on}/T)$$

- La valeur moyenne est obtenue par filtrage passe-bas, c'est une sorte de conversion N-A
- Remarque : l'inertie (moteur, persistance rétinienne) est assimilable à un filtrage passe-bas

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – Les compteurs/timers : fonction watchdog

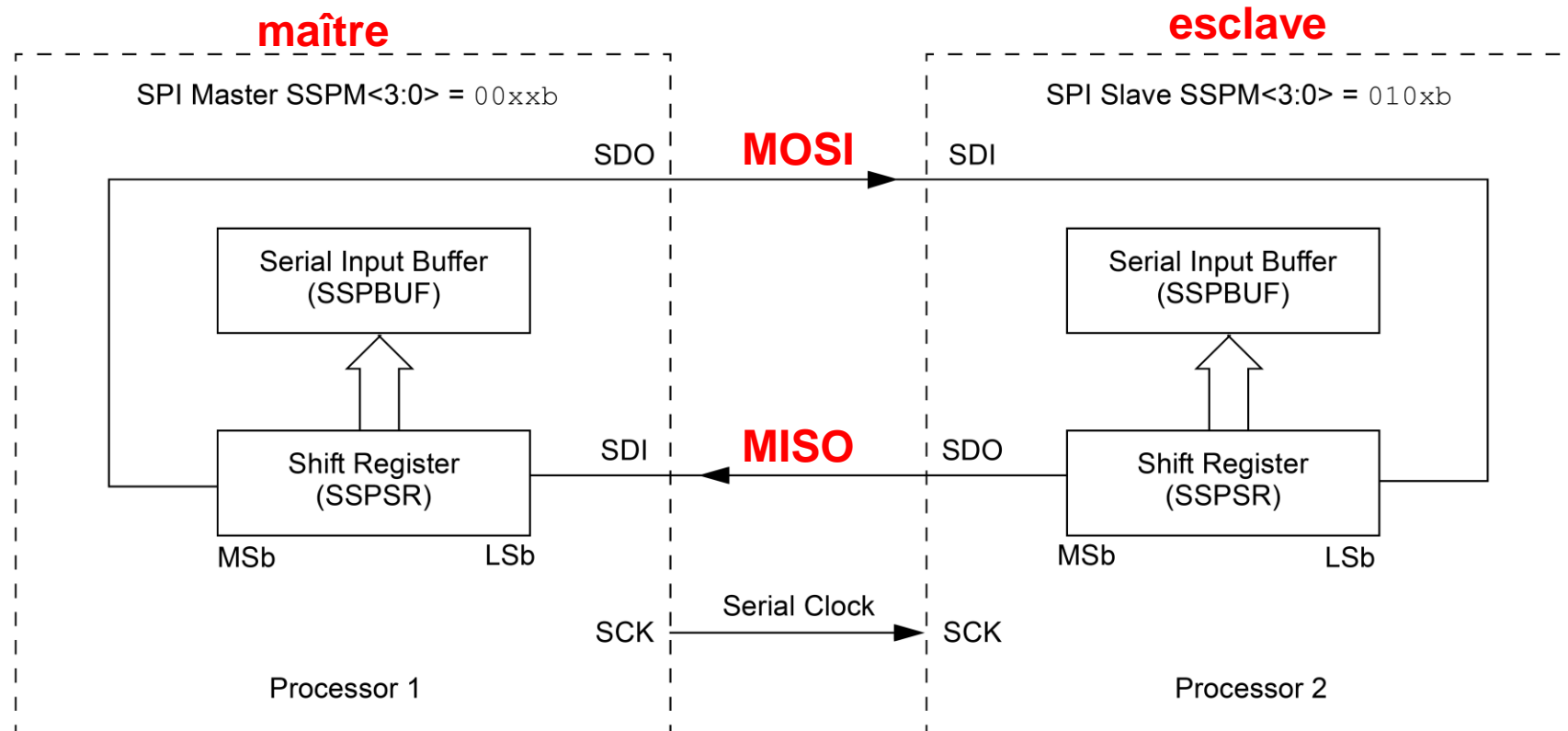
- Utilisé pour détecter une condition d'erreur (interférence extérieure, condition non prévue par le logiciel) qui déroute le programme de sa séquence normale
- Génération d'une remise à zéro de l'unité centrale à la fin d'une durée TWDT programmée, à moins d'avoir réinitialisé le circuit watchdog (instruction CLRWDT)



Exemple PIC18F45K20

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – La liaison série SPI : vue d'ensemble

- Liaison série, full-duplex, synchrone entre un maître et plusieurs esclaves
 - La transmission est initiée par le maître
 - Une donnée transmise par le maître implique une donnée transmise par l'esclave
 - Le maître fournit l'horloge de synchronisation

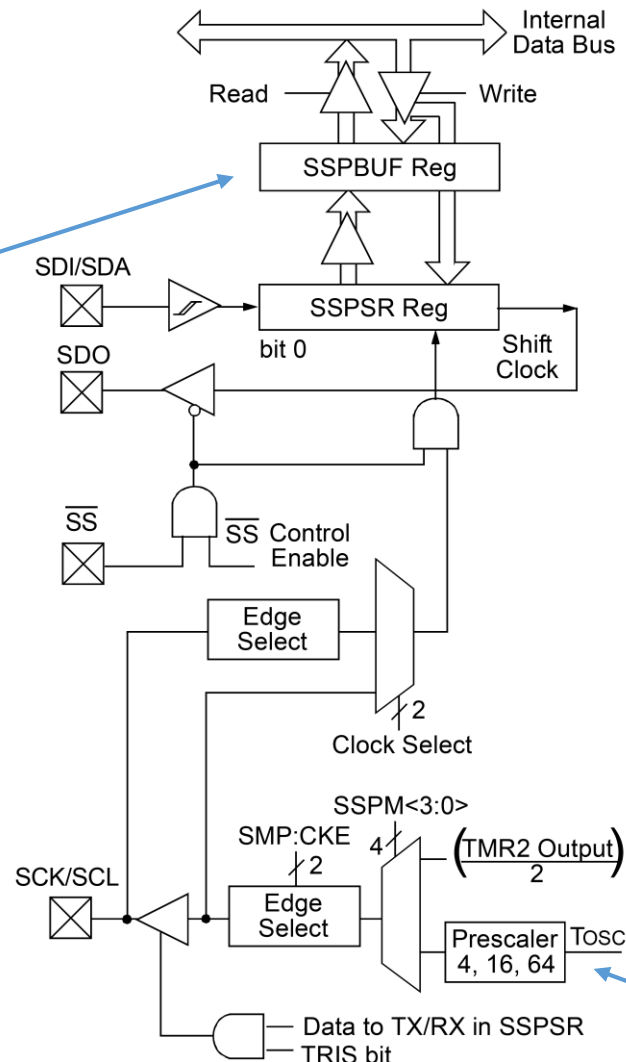


MISO = Master In Slave Out

MOSI = Master Out Slave In

AUTRES PÉRIPHÉRIQUES – La liaison série SPI : exemple du PIC18F45K20

Registre de données



interruption possible
après réception d'une
donnée

programmation de la vitesse
de transmission

GLOSSAIRE

- **SPI (Serial Peripheral Interface)** : interface et protocole de liaison série développés par Motorola
- **SCI (Serial Communication Interface)**
- **I2C (Inter Circuit Communication)** : protocole série développé par Philips pour les liaisons basse vitesse entre circuits intégrés sur une même carte
- **CAN (Controller Area Network)** : protocole série asynchrone multi-maître développé à l'origine pour les applications automobiles
- **PWM (Pulse Width Modulation)** : modulation de largeur d'impulsion
- **LCD (Liquid Crystal Display)** : afficheur à cristaux liquides
- **USB (Universal Serial Bus)** : liaison série d'usage général
- **GPB / IEEE488** : protocole de liaison parallèle développé à l'origine par Hewlett-Packard principalement utilisé pour les appareils de mesure
- **Centronics** : port parallèle développé à l'origine pour les imprimantes, tend à devenir obsolète
- **RS232** : liaison série d'usage général, tend à devenir obsolète
- **DAC (Digital to Analog Converter)** : convertisseur numérique/analogique (CNA)
- **ADC (Analog to Digital Converter)** : convertisseur analogique/numérique (CAN)