

# protocole I2C

cours n°7  
LI326

## I2C caractéristiques principales

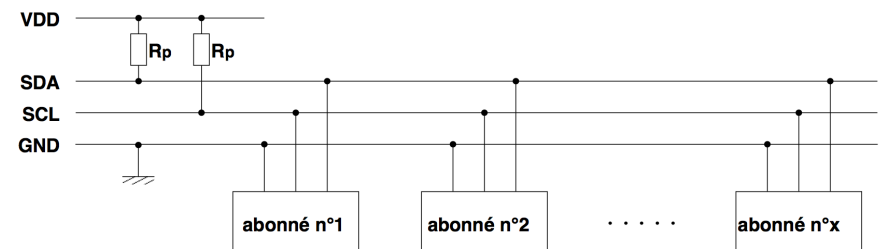
- I2C = IIC = Inter Integrated Circuit
- Protocole défini dans les années 80 par Philips.
- Protocole simple et très diffusé.
- Jusqu'à 128 abonnés (version de base) communiquent sur 3 fils :
  - SCL (horloge) ,
  - SDA (data) ,
  - GND (tension de référence).
- Abonnés Plug and Play acceptant le Hot Plug.
- Bus multi-maitres, tout abonné peut devenir maître du bus.
- Arbitrage décentralisé.
- débit de 100Kbauds à 3.4Mbauds.
- Adaptation du débit en fonction de l'abonné.
- Permet la communication entre différentes technologies (5 et 3.3V).

## I2C Glossaire

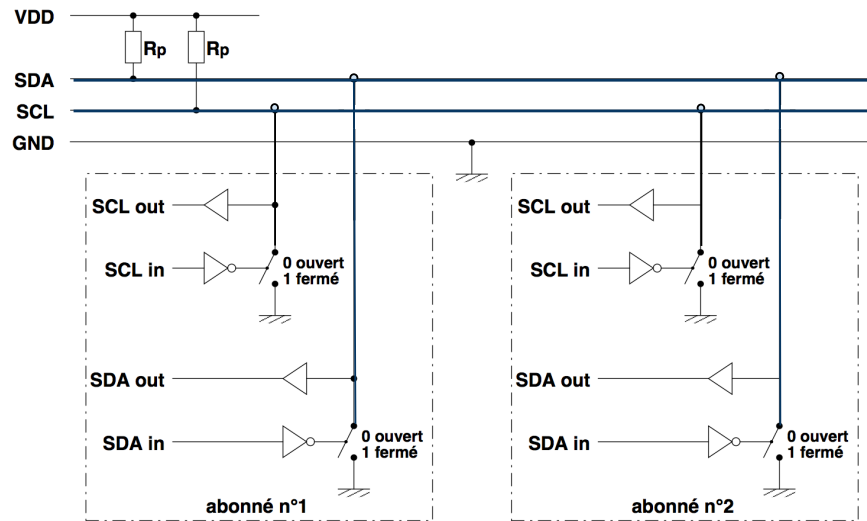
- abonné ..... tout élément connecté sur le bus.  
émetteur ... tout abonné qui envoie des données sur SDA.  
récepteur .. tout abonné qui reçoit des données de SDA.  
maître ..... tout abonné qui démarre et termine un échange.  
Le maître place l'horloge sur SCL.  
esclave ..... tout abonné adressé par un maître.  
Un esclave à la possibilité de ralentir l'horloge du maitre.  
adresse .... numéro attribué à un esclave.  
Sur le bus tous les esclaves ont une adresse unique.  
échange ... dialogue entre un maitre et un esclave.  
Il commence par une adresse émise par le maitre, suivie d'une ou plusieurs données émises par le maitre ou l'esclave.  
Un maitre peut chainer plusieurs échanges d'affilé.  
arbitrage ... résolution du conflit d'un accès simultané par 2 maîtres.

## I2C cablage

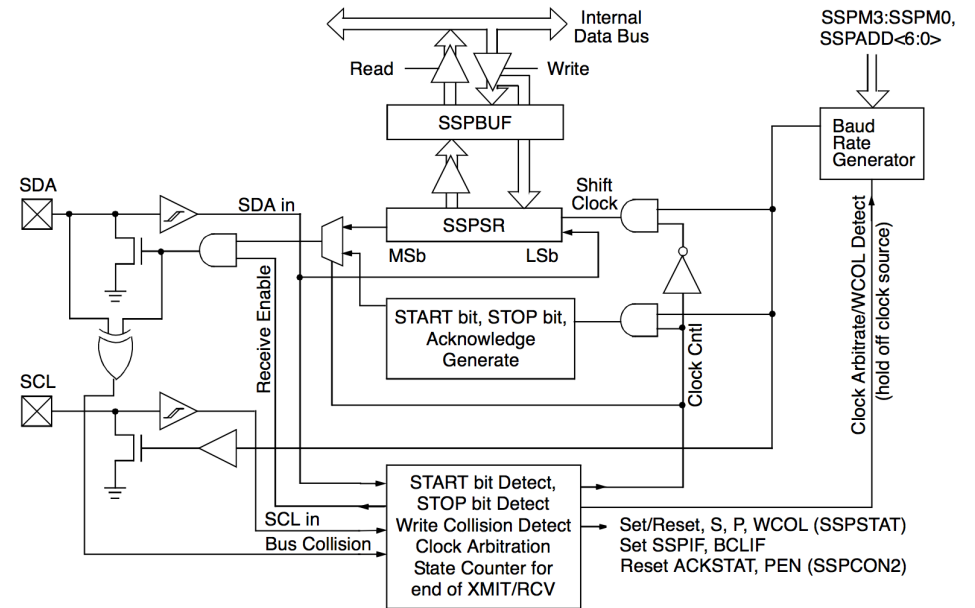
- Les lignes SCL et SDA sont à VDD si personne ne parle.
- Pour mettre 1 sur SCL ou SDA, un abonné programme le port en entrée, la résitance  $R_p$  se charge de tirer la ligne à 1
- Pour mettre 0 sur SCL ou SDA, un abonné doit écrire un 0, c.-à-d. relier la ligne à la masse.
- Il ne peut jamais y avoir de conflit électrique (court-circuit VDD-GND).



# I2C schéma de principe



# Schéma du I2C maître du pic16f877



# I2C principe d'un échange

Le maître :

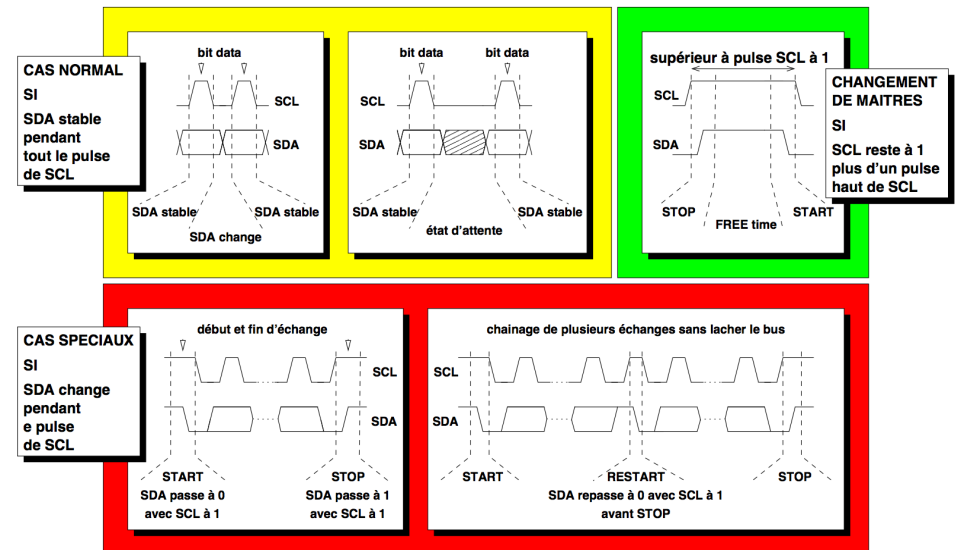
- émet une condition de démarrage
- envoie une adresse sur 7 bits
- envoie la commande r/
- lit l'accu et stoppe si NACK
- pour une écriture, il boucle sur
  - envoie les 8 bits de donnée
  - lit l'accusé et stoppe si NACK
- pour une lecture, il boucle sur
  - lit les 8 bits de donnée
  - émet ACK, ou NACK pour stopper
- émet une condition de stop

L'esclave :

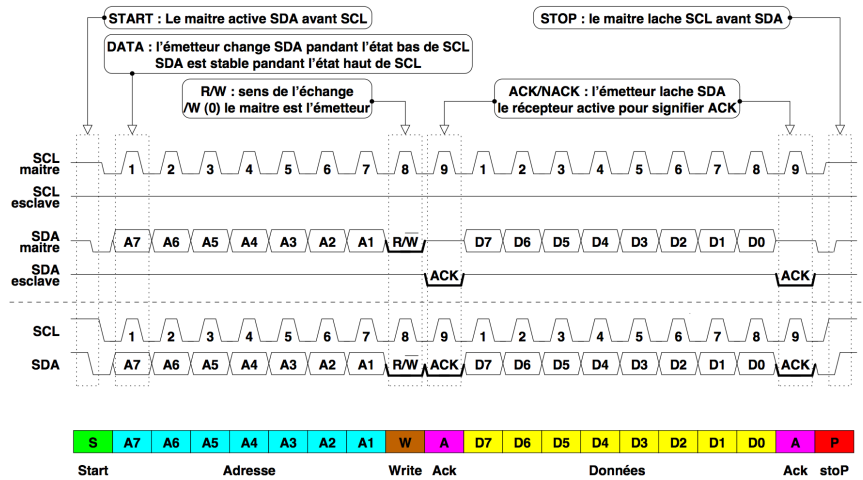
- attend une condition de démarrage
- lit l'adresse sur 7 bits
- lit la commande r/w
- émet ACK si concerné
- pour une écriture, il boucle sur
  - lit les 8 bits de donnée
  - met ACK ou NACK pour arrêter
- pour une lecture, il boucle sur
  - écrit les 8 bits de donnée
  - lit l'accusé et stoppe si NACK

maître et l'esclave peuvent ralentir l'échange en jouant sur SCL.

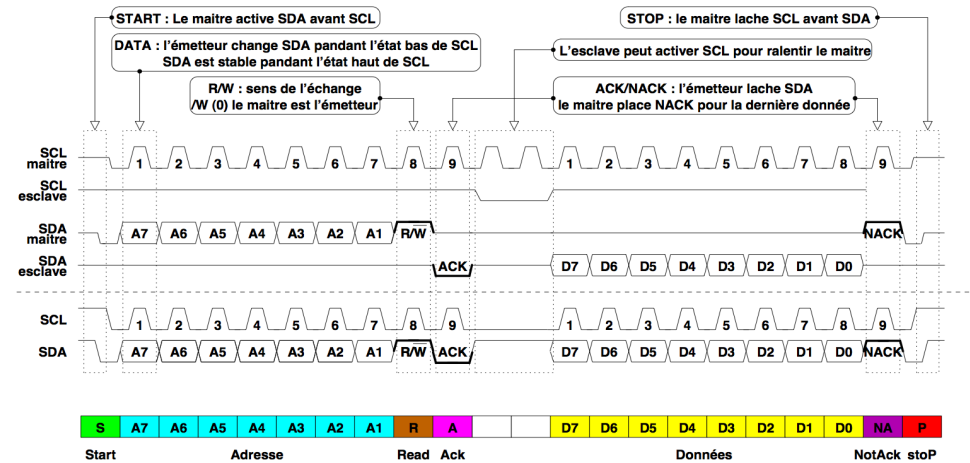
# Etat des lignes SDA et SCL



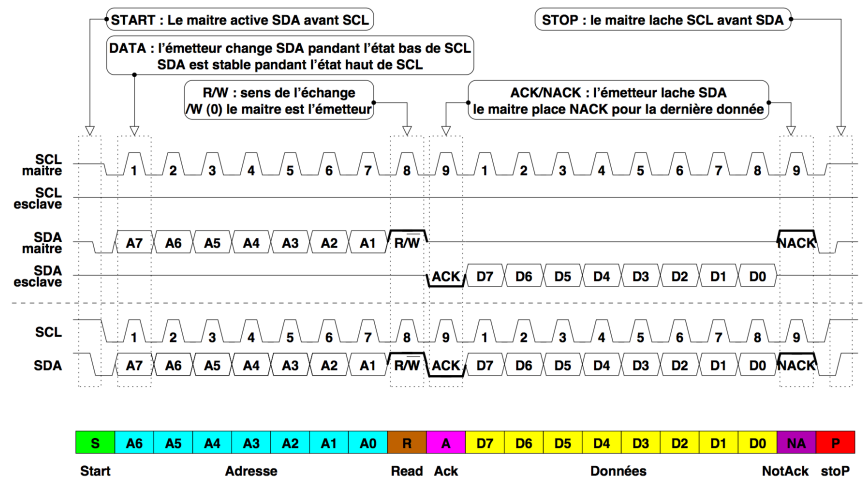
## I2C trame de base : écriture d'un octet



## I2C trame de base : état d'attente



## I2C trame de base : lecture d'un octet

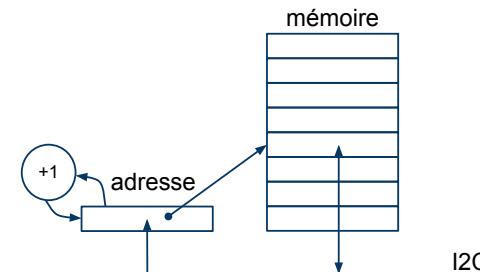


## I2C écriture d'une mémoire

- Un abonné I2C dispose d'une adresse sur le bus (numéro d'abonné)
- Dans le cas général un abonné contient de la mémoire adressable.
- La manière de lire ou d'écrire la mémoire interne d'un abonné est spécifique à l'abonné lui-même
- Le principe général est le suivant

### Pour une écriture

- la première écriture est faite dans le registre d'adresse
- Les écritures suivantes sont faites dans la mémoire aux adresses pointées avec auto incrément

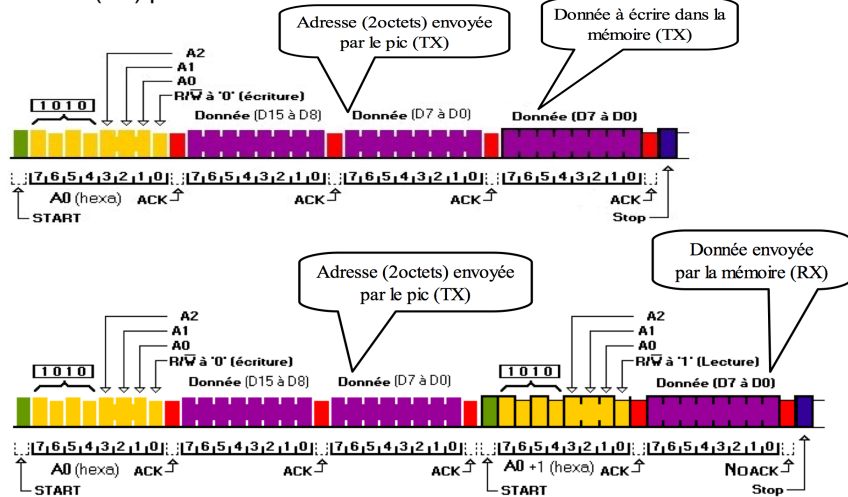
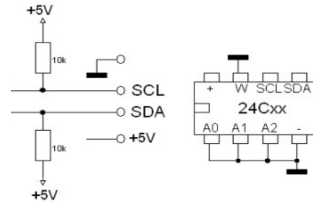


### Pour une lecture

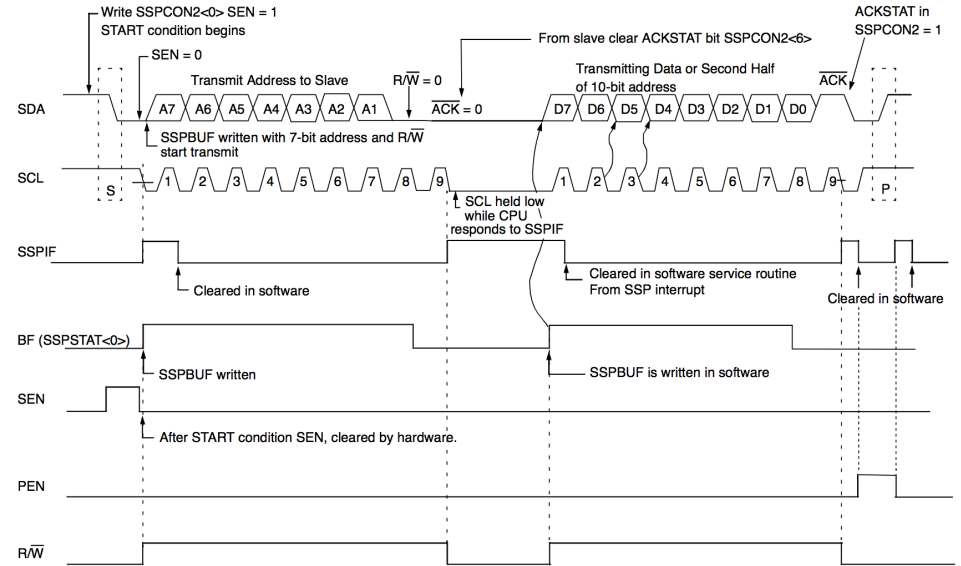
- on commence par faire une écriture ... forcément l'adresse
- on fait ensuite des lectures qui lisent forcément la mémoire (pas l'adresse) avec auto incrément

# I2C exemple 24C32

Mémoire flash de 32kb 4ko  
 A[2:0] = 000 => répond à l'adresse  
 10100000 (A0) pour une écriture  
 10100001 (A1) pour une lecture

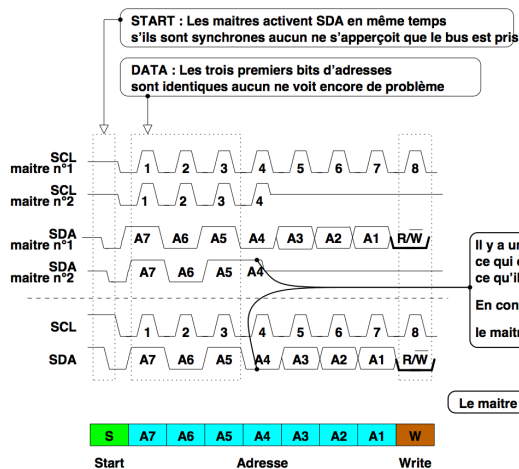


# Pilotage de chaque étape



# Arbitrage entre maîtres

Si deux maîtres tentent de démarrer un échange simultanément : le premier qui dit 1 sur SDA a perdu.



- Quand un maître adresse un esclave il place l'adresse de celui-ci sur SDA.
  - Pour mettre un 0 sur SDA, il active le transistor de pull-down
  - Pour mettre un 1 sur SDA, il utilise le pull-up de la ligne.
- Quand un maître écrit sur SDA, il vérifie en la lisant,
- Si SDA vaut 0 alors que le maître n'a pas activé son pull-down alors c'est qu'un autre communique aussi
- Le perdant se retire aussitôt SCL à 1
- Comme les adresses sont données poids fort d'abord, les adresses d'esclaves les plus petites sont prioritaires par rapport aux grandes

# Pilotage de chaque étape

