

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 a la possibilité de ralentir l'horloge du maître.

adresse numéro attribué à un esclave.

Sur le bus tous les esclaves ont une adresse unique.

échange ... dialogue entre un maître et un esclave.

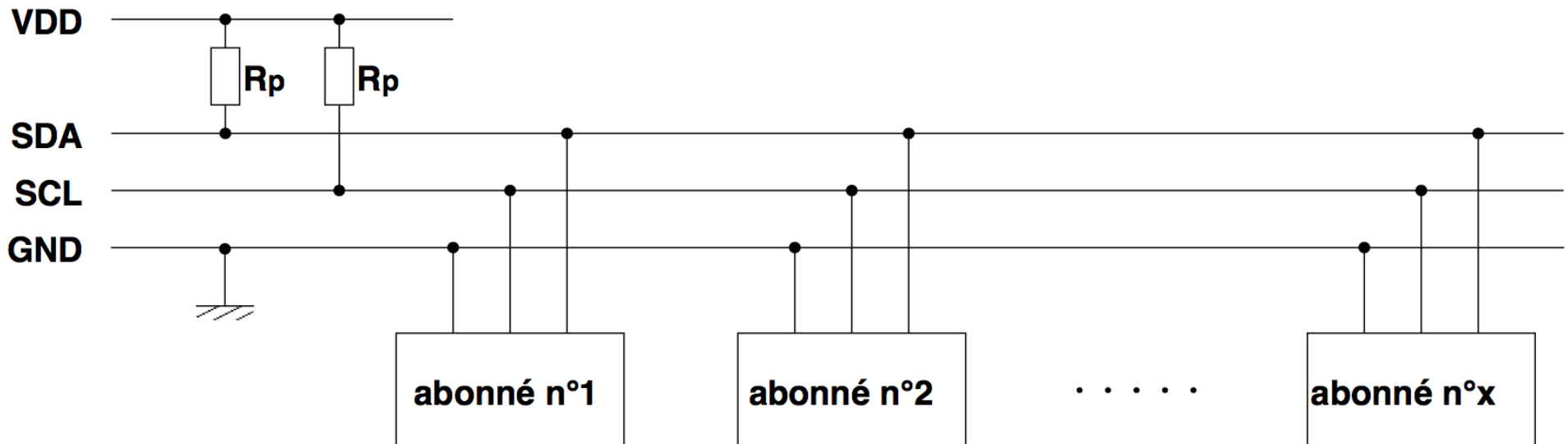
Il commence par une adresse émise par le maître, suivie d'une ou plusieurs données émises par le maître ou l'esclave.

Un maître peut chaîner plusieurs échanges d'affilé.

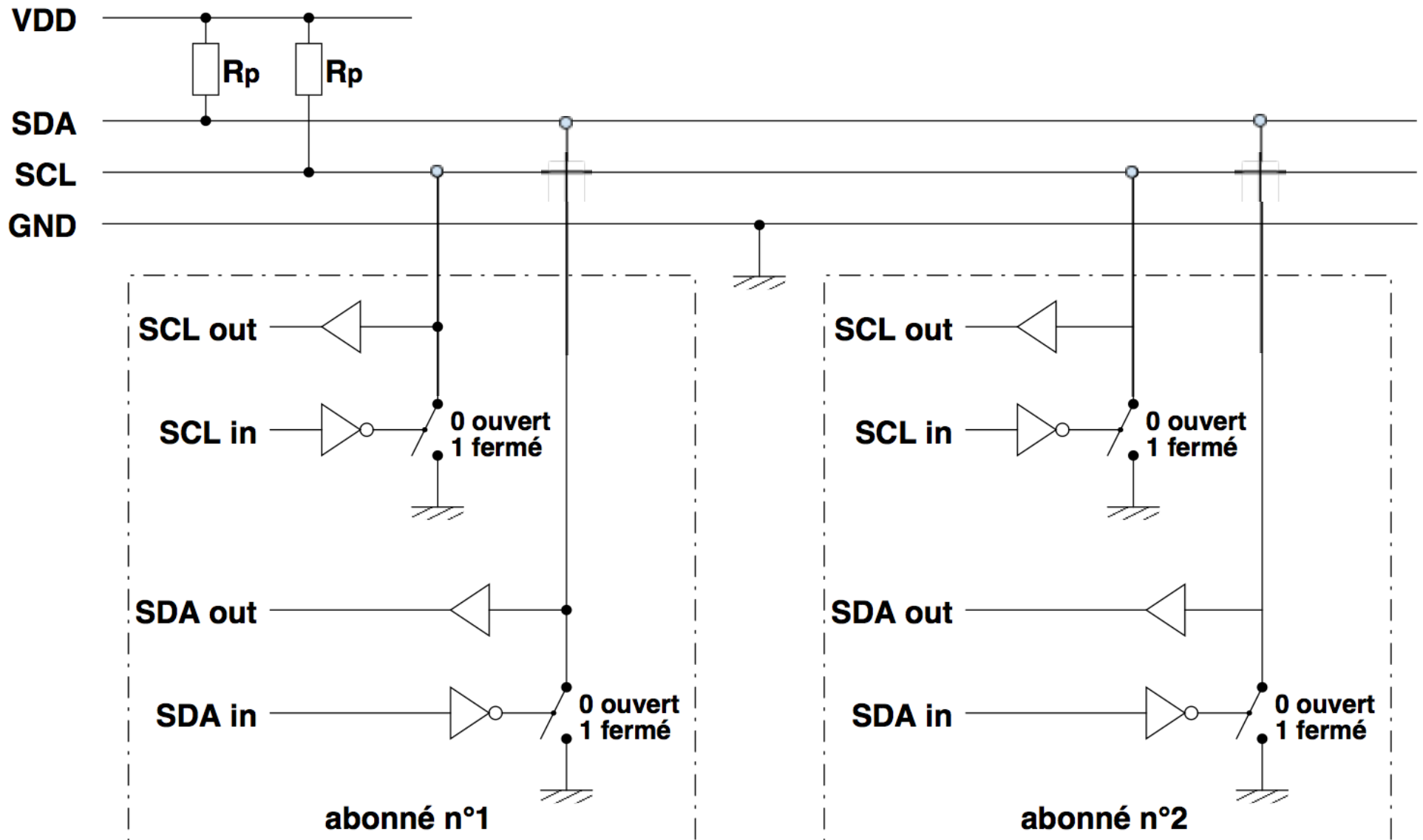
arbitrage ... résolution du conflit d'un accès simultané par 2 maîtres.

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 résistance 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



I2C principe d'un échange

Le maître :

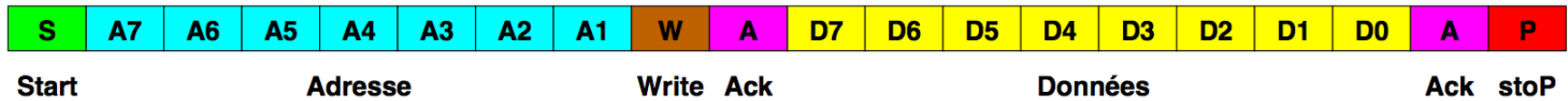
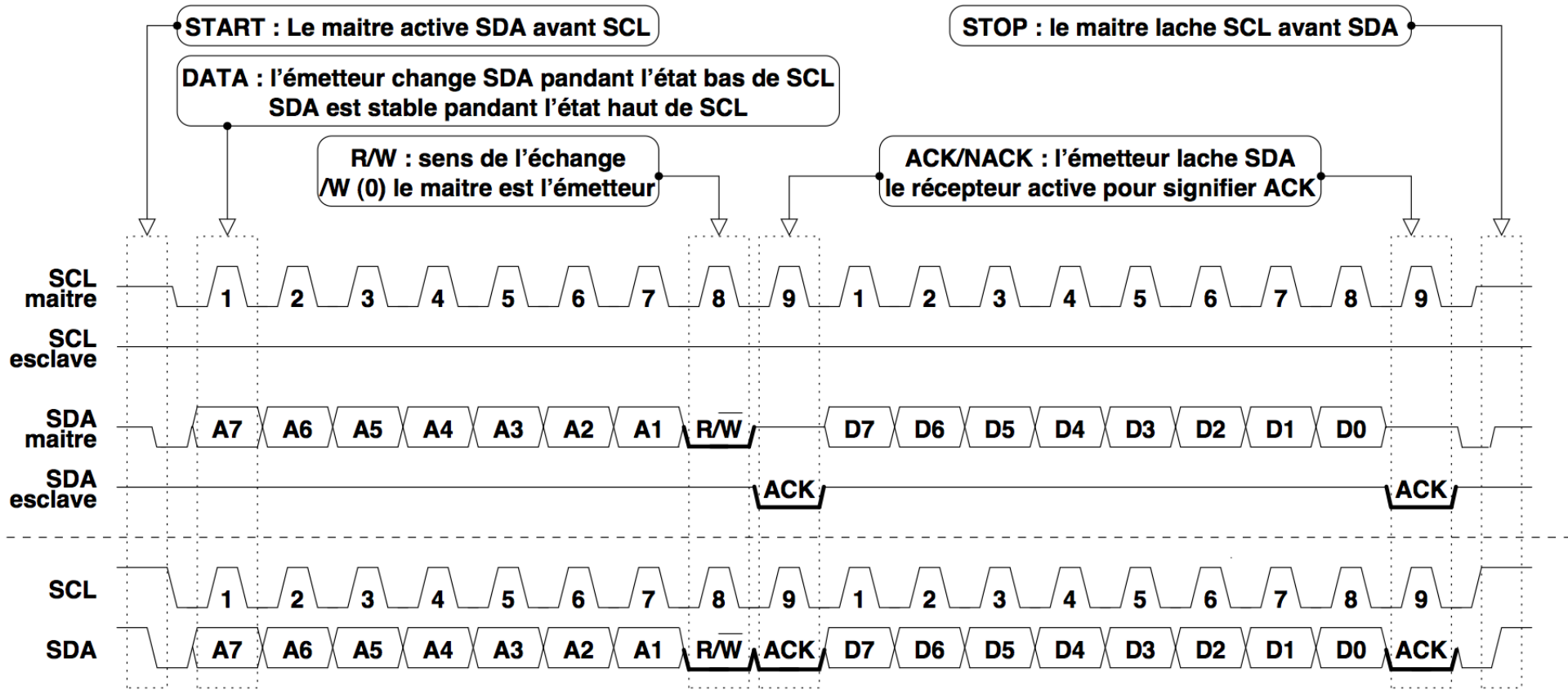
- émet une condition de démarrage
- envoie une adresse sur 7 bits
- envoie la commande r/
- lit l'accusé et stoppe si NACK
- pour une écriture, il boucle sur
 - envoie les 8 bits de donnée
 - lit l'accusé et stoppe si NACK
- pour une lecture, il boucle sur
 - lit les 8 bits de donnée
 - émet ACK, ou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

L'esclave :

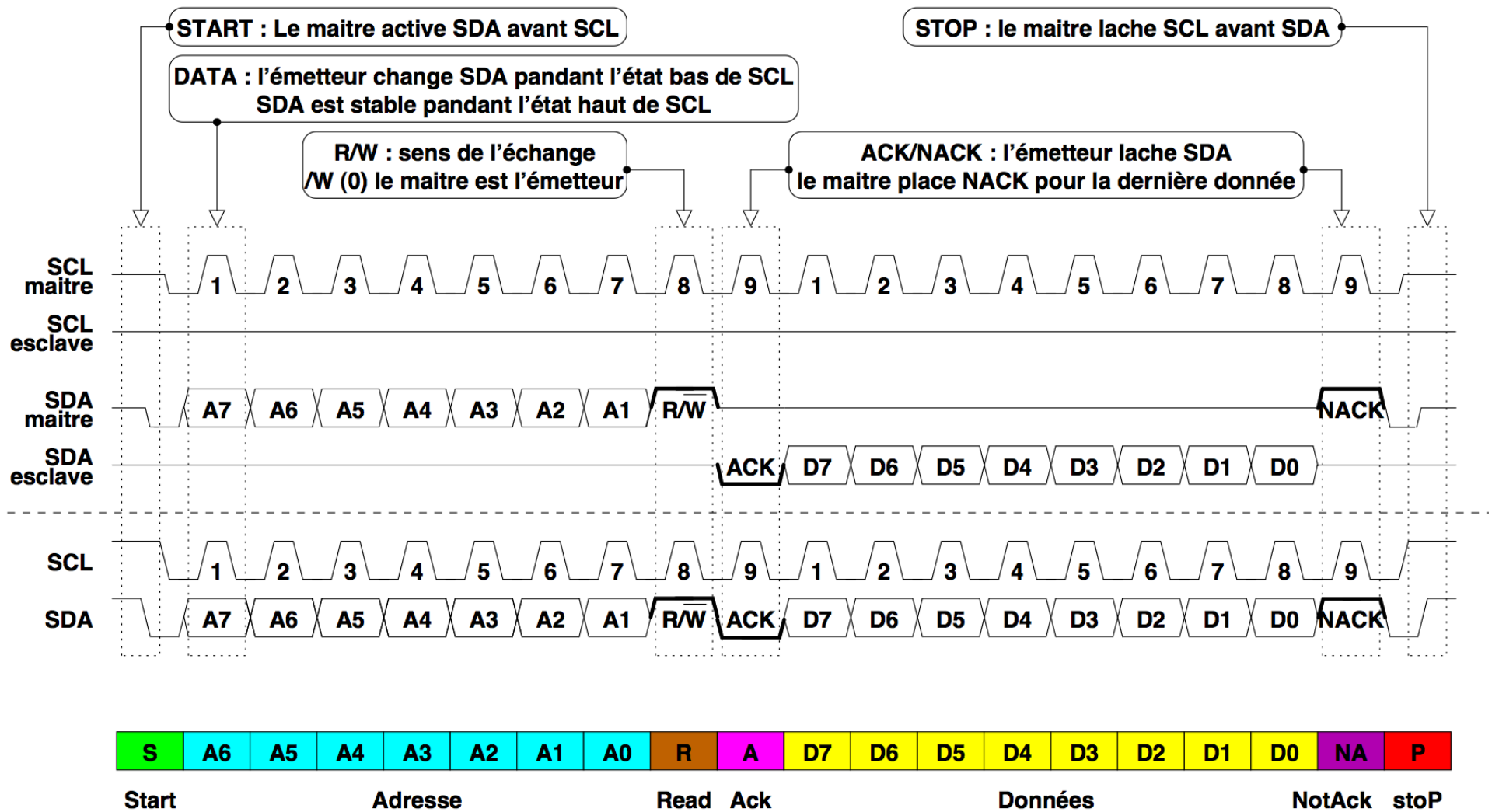
- attend une condition de démarrage
- lit l'adresse sur 7 bits
- lit la commande r/w
- émet ACK si concerné
- pour une écriture, il boucle sur
 - lit les 8 bits de donnée
 - met ACK ou NACK pour arrêter
- pour une lecture, il boucle sur
 - écrit les 8 bits de donnée
 - lit l'accusé et stoppe si NACK

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

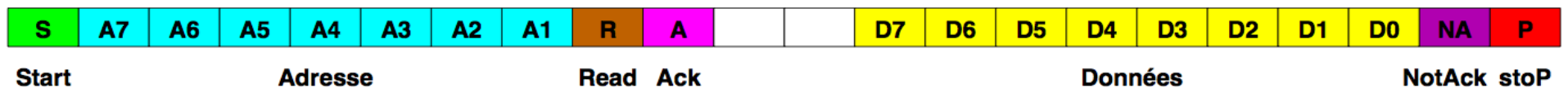
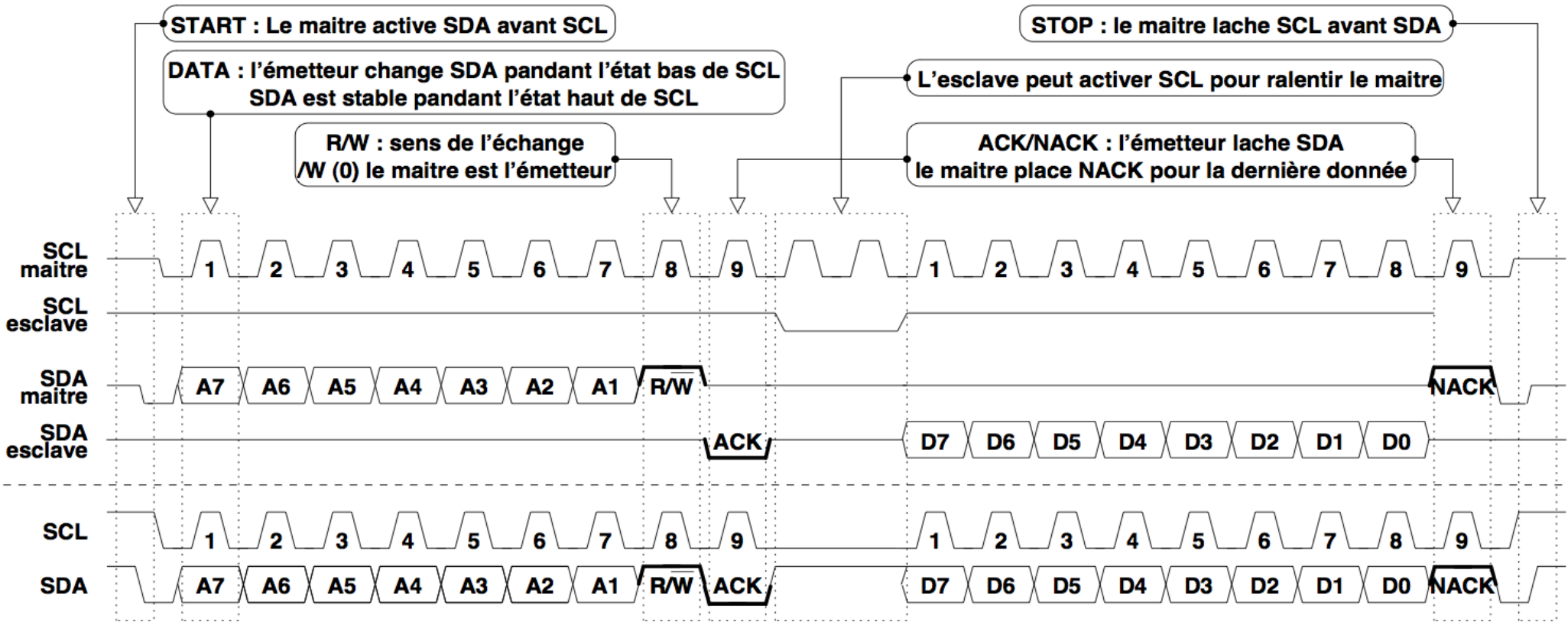
I2C frame de base : écriture d'un octet



I2C frame de base : lecture d'un octet



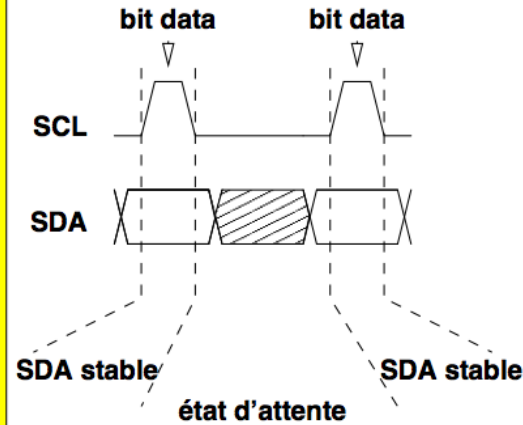
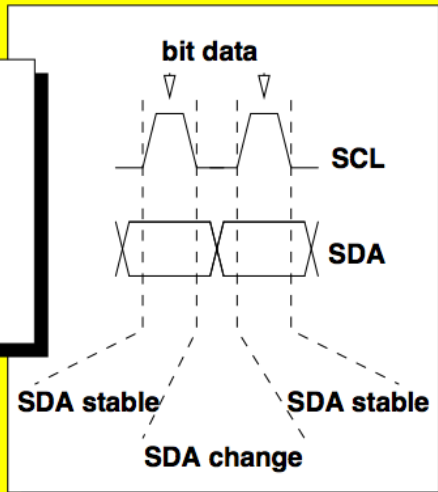
I2C trame de base : état d'attente



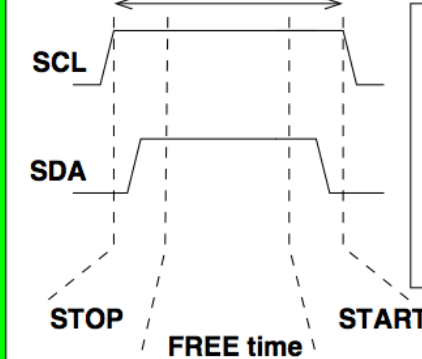
Etat des lignes SDA et SCL

CAS NORMAL

SI
SDA stable
pendant
tout le pulse
de SCL



supérieur à pulse SCL à 1

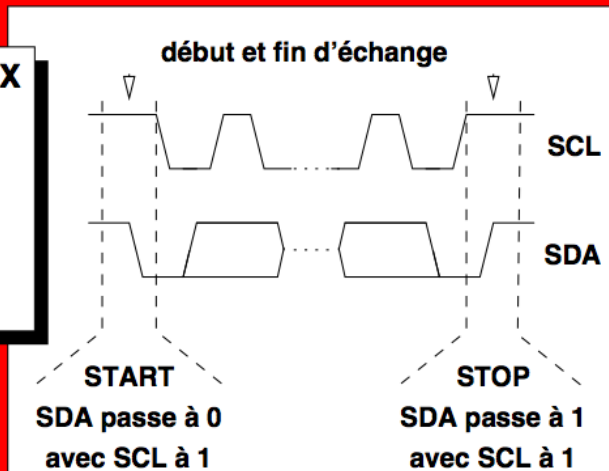


CHANGEMENT DE MAITRES

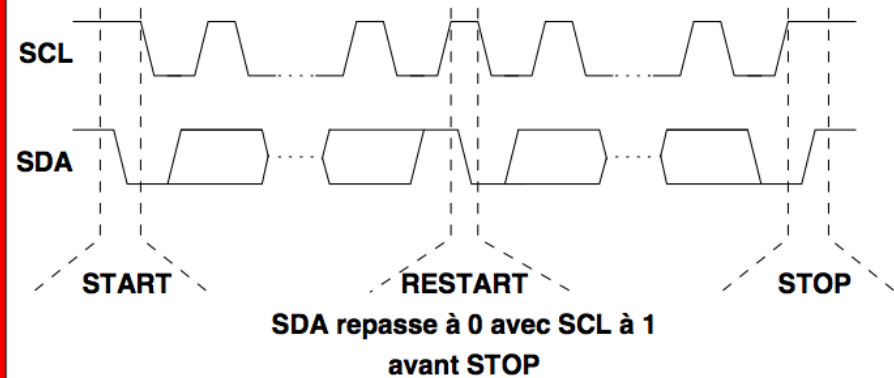
SI
SCL reste à 1
plus d'un pulse
haut de SCL

CAS SPECIAUX

SI
SDA change
pendant
e pulse
de SCL



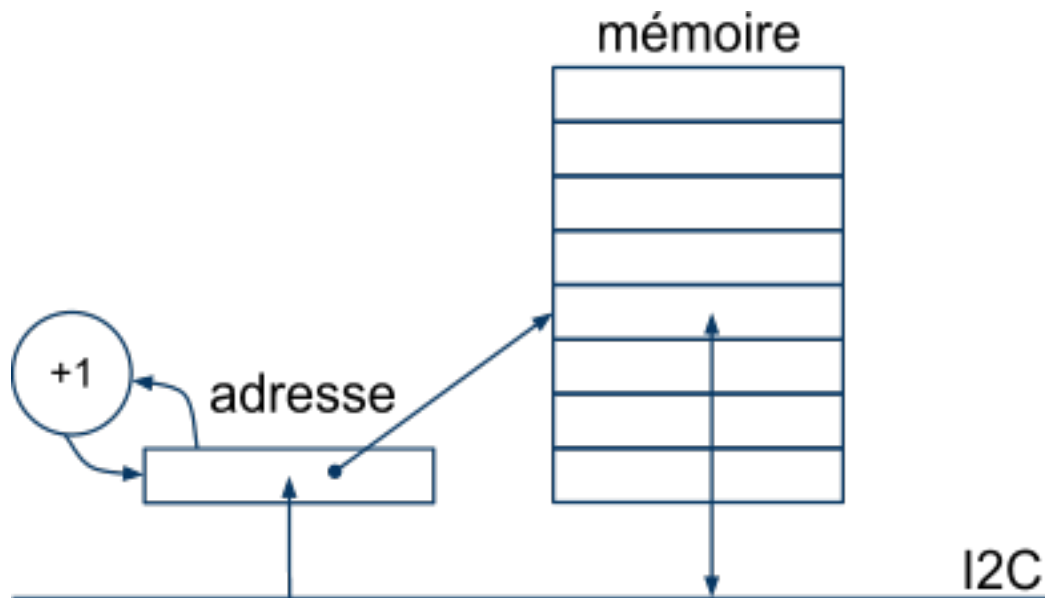
chainage de plusieurs échanges sans lâcher le bus



SDA repasse à 0 avec SCL à 1
avant STOP

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

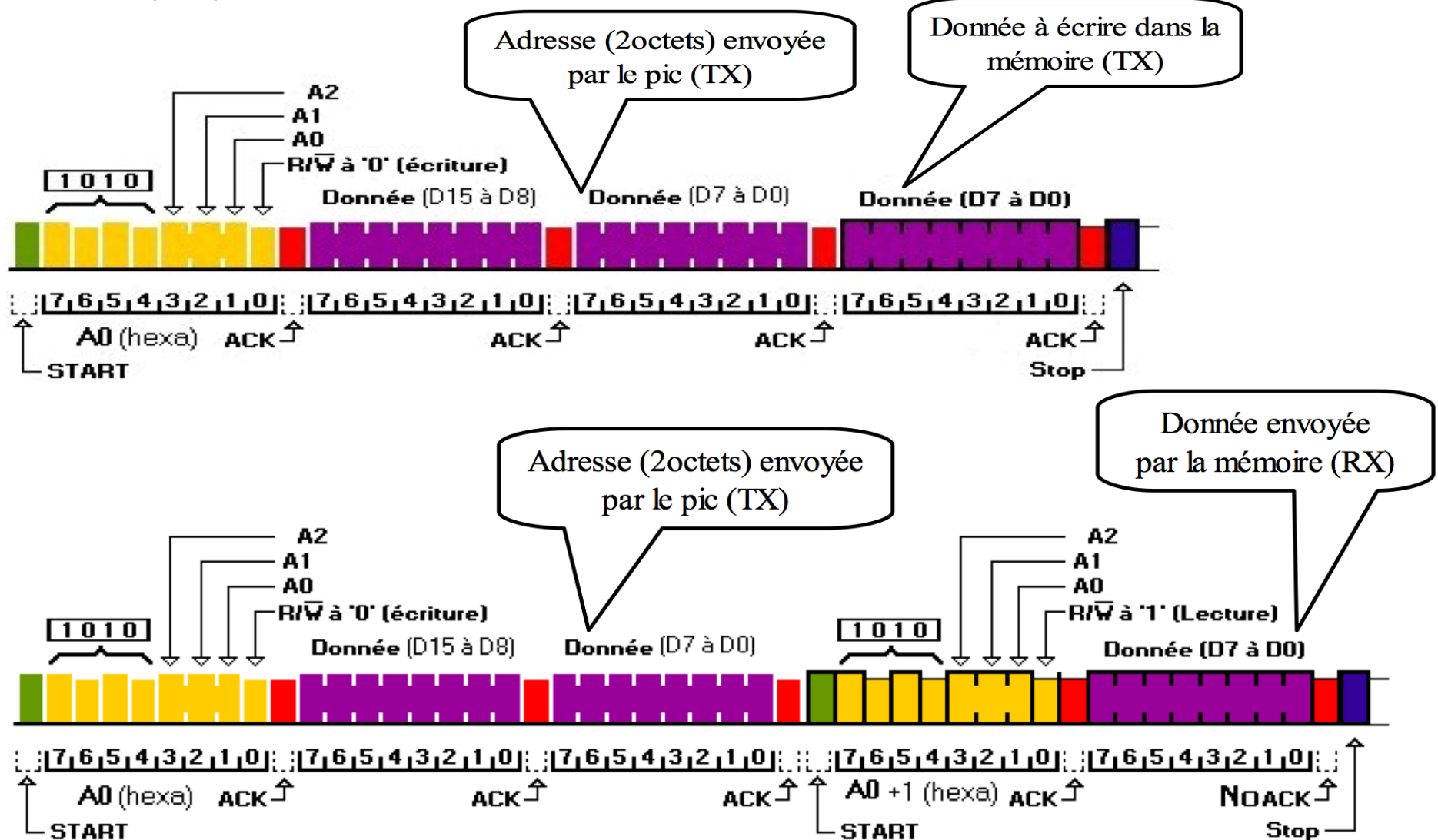
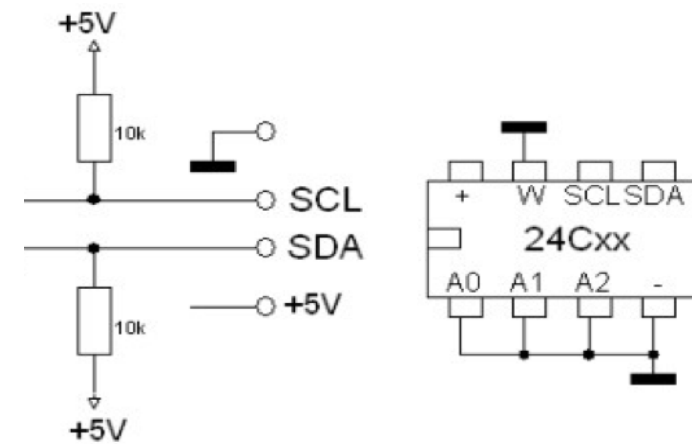
I2C exemple 24C32

Mémoire flash de 32kb 4ko

A[2:0] = 000 => répond à l'adresse

10100000 (A0) pour une écriture

10100001 (A1) pour une lecture



I2C adressage 10 bits

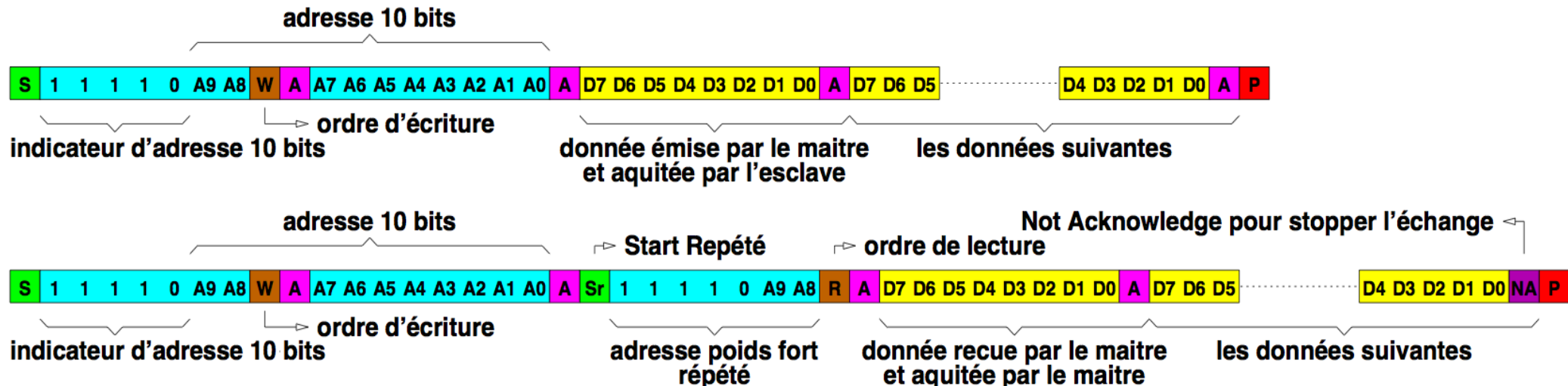
Passage à 10 bits d'adresse, il y a deux cas de figure :

1. Le maitre veut faire une écriture

il envoie l'adresse de 10 bits dans les deux premiers octets puis les données normalement.

2. Le Maitre veut faire une lecture

il envoie l'adresse de 10 bits en indiquant qu'il s'agit une écriture puis il envoie à nouveau le poids fort de l'adresse en indiquant qu'il s'agit d'une lecture, seul l'esclave qui s'était reconnu répond.

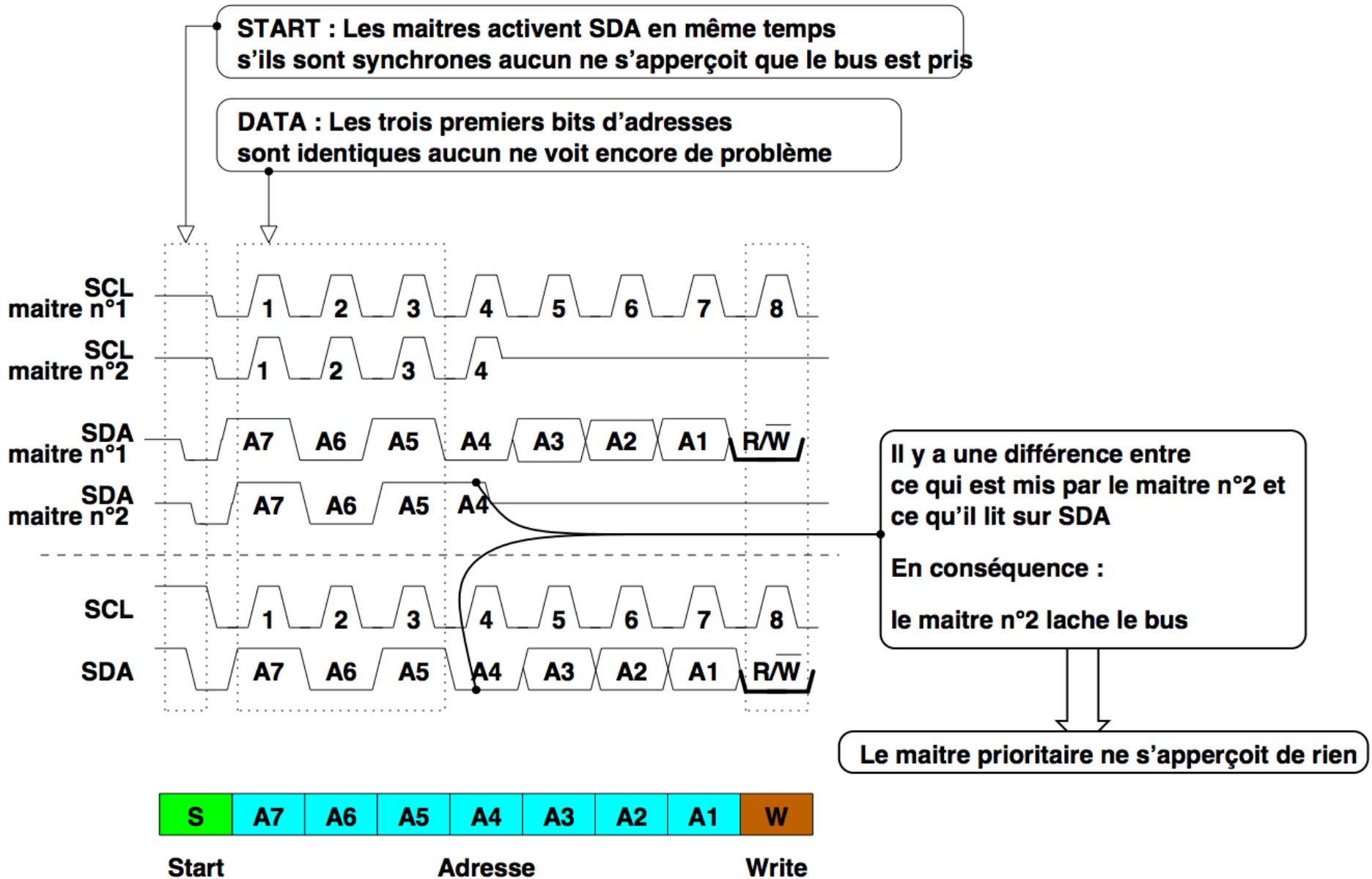


Arbitrage entre maîtres

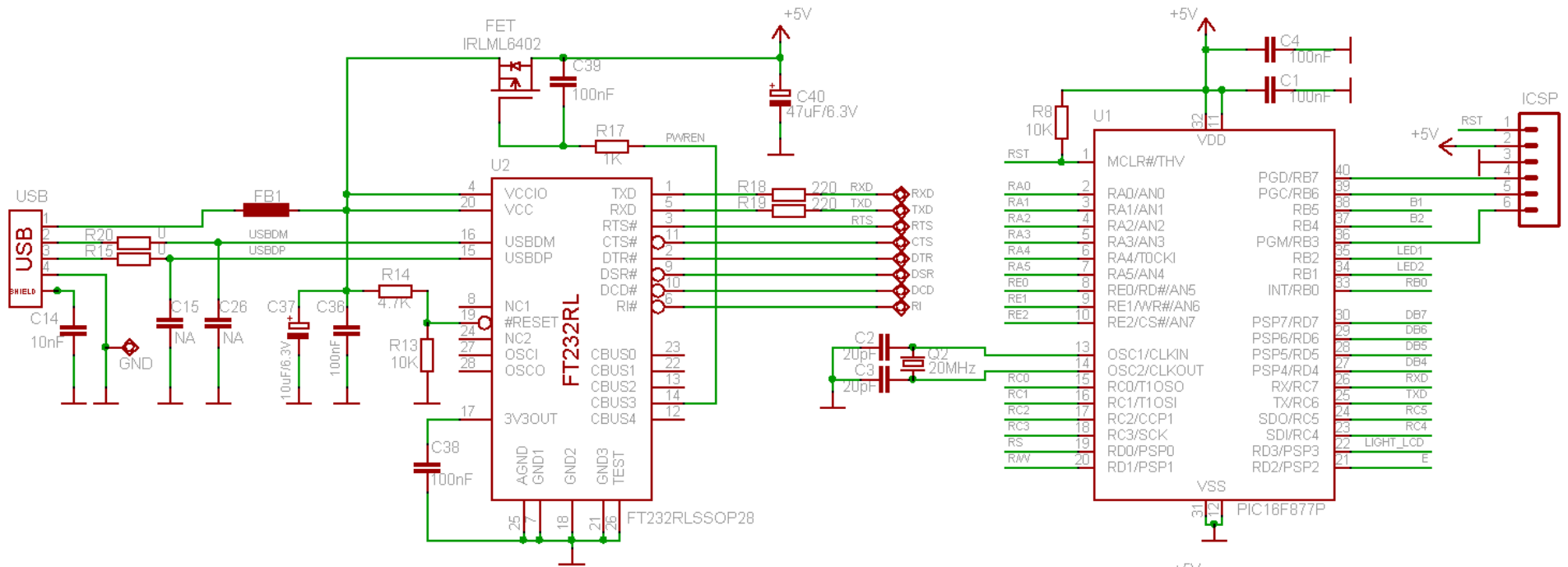
Si deux maîtres tentent de démarrer un échange simultanément :
le premier qui dit 1 sur SDA a perdu.

- 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 relisant,
- Si SDA vaut 0 alors que le maître n'a pas activé son pull-down alors c'est qu'un autre maître communique aussi
- Le perdant doit se retirer 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

Arbitrage entre maîtres



en TME nous allons utiliser le port RS232 pour avoir un terminal



PIC-MT-USB REV.A

COPYRIGHT(C) 2008, OLIMEX LTD

<http://www.olimex.com/dev>

