

## Chapitre 2 : Les mémoires

### Définition

Une mémoire est un dispositif capable de stocker et conserver des informations de telle sorte qu'un utilisateur puisse y accéder à n'importe quel moment.

# Les mémoires

## Hiérarchie des mémoires

Les éléments mémoire d'un ordinateur se répartissent en plusieurs niveaux caractérisés par leur capacité et leur temps d'accès.

**La Mémoire Centrale :** C'est l'organe principal de rangement des informations utilisées par le CPU (Processeur).

Pour exécuter un programme il faut le charger en mémoire centrale (instructions et données).

**La Mémoire Cache :** C'est une mémoire de faible capacité utilisée comme mémoire tampon entre le CPU et la mémoire centrale. Elle permet au CPU de faire moins d'accès à la mémoire centrale et ainsi de gagner du temps.

# Les mémoires

## Hiérarchie des mémoires (suite)

**Les Mémoires Auxiliaires :** Les mémoires auxiliaire sont appelées aussi mémoires de masses, ce sont de mémoires périphériques de grande capacité et de coût relativement faible. Elles servent d'élément de stockage permanent.

**La Mémoire d'appui :** C'est une mémoire intermédiaire entre la mémoire centrale et les mémoires auxiliaires. Elle permet d'augmenter la vitesse d'échange des informations entre ces deux niveaux.

## Organisation de l'information

Les informations d'un ordinateur doivent s'adapter à un certain format dont les caractéristiques générales sont présentées dans ce qui suit :

**Le bit :** Le bit constitue l'unité de base de l'information. Dans une mémoire, le plus petit élément de stockage est appelé point mémoire, il mémorise un bit d'information

**L'octet (byte) :** L'unité de base, il correspond à un groupement de 8 bits.

**Le caractère :** Le caractère est un groupement de 8 bits permettant le codage d'un caractère alpha numérique ou d'un caractère spécial selon la convention de codage ( en code ASCII un caractère est codé sur un octet)

## Organisation de l'information

**Le mot :** Le mot est un ensemble de bits constituant une unité d'information adressable en mémoire centrale. Il est constitué de 2, 4 ou 8 octet selon la configuration de l'ordinateur.

**L'adresse** : L'adresse est la valeur numérique désignant un élément de mémoire (mot mémoire)

# Les mémoires

[illegible]

## Caractéristiques des mémoires

**La capacité :** La capacité mémoire est la taille de la mémoire, elle correspond au nombre d'informations qu'elle peut contenir.

On peut exprimer cette valeur en fonction du nombre de bits, du nombre d'octets ou du nombre de mots.

Unités de mesure de la capacité d'une mémoire :

1 Ko = 1 Kilo Octet =  $2^{10}$  octet

1 Mo = 1 Méga Octet =  $2^{20}$  octet

1 Go = 1 Giga Octet =  $2^{30}$  octet

1 To = 1 Tera Octet =  $2^{40}$  octet

**Le temps d'accès:** Le temps d'accès d'une mémoire est le temps qui s'écoule entre le lancement d'une opération (lecture ou écriture) et le début de son accomplissement.

### Caractéristiques des mémoires (suite)

**Le débit :** Le débit est le volume d'informations échangé par unité de temps, il est exprimé en bits par seconde

**La volatilité :** La volatilité caractérise l'aptitude d'une mémoire à conserver ou non les données lorsqu'elle n'est plus alimentée électriquement.

Une mémoire volatile perd son contenu lorsqu'elle n'est plus alimentée par le courant électrique. La mémoire vive est volatile alors que les mémoires auxiliaires telles que le disque dur ne sont pas volatiles.

**L'accès séquentiel :** L'accès séquentiel est relativement long car pour accéder à une donnée on doit parcourir toutes les informations qui la précèdent

**L'accès direct :** Dans ce cas les informations ont une adresse propre grâce à laquelle on peut y accéder directement.

## Les mémoires

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

# Les

## La mémoire vive (RAM)

La mémoire vive appelée aussi RAM (Random Access Memory) est une mémoire à accès direct.

C'est la mémoire dans laquelle l'ordinateur place les données lors de leur traitement (lecture ou écriture).

La RAM fonctionne seulement lorsque l'ordinateur est allumé.

La RAM est constituée de  $m$  mots de  $n$  bits.

L'expression qui représente cette RAM est : **RAM  $m \times n$**

[illegible]



### La mémoire vive (RAM)

A chaque RAM sont associés les éléments suivants :

Le **CS (Chip Select)** : c'est l'entrée qui permet d'activer ou de désactiver la RAM

Le **MAR (Memory Address Register)**: c'est le registre d'adresse mémoire. Il contient une adresse qui nous permet d'accéder directement à un mot précis de la RAM grâce à un décodeur.

Le **MBR (Mémoire Buffer Register)**: c'est le registre mot ou registre de données. C'est un registre tampon par lequel passent toutes les données allant de la RAM vers le CPU est inversement.

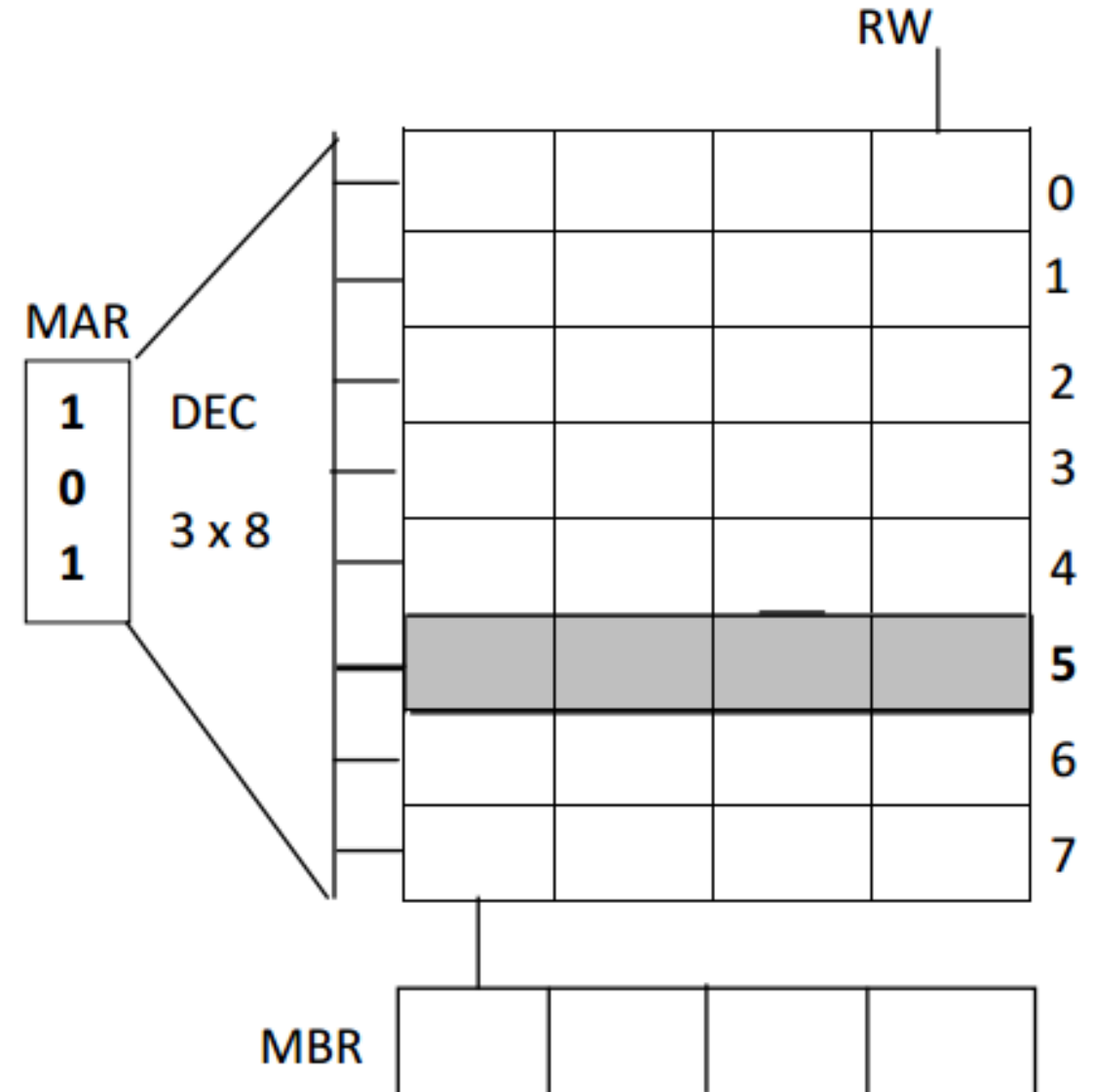
Le  **$R/\overline{W}$  (Read/Write)** : c'est la fonction de lecture écriture ( on utilisera dans ce cours  $RW= 1$  pour la lecture et  $RW = 0$  pour l'écriture)

# Les mémoires

Le MAR de cette RAM affiche la valeur (101) c'est donc l'adresse 5 de la RAM qui sera sélectionnée à l'aide du DEC 3x8.

Si la fonction  $RW = 1$  il s'agit d'une **lecture** ; le mot d'adresse 5 sera transférée dans le MBR.

Si la fonction  $RW = 0$  il s'agit d'une **écriture** ; le mot qui se trouve dans le MBR sera transféré dans la mémoire à l'adresse 5



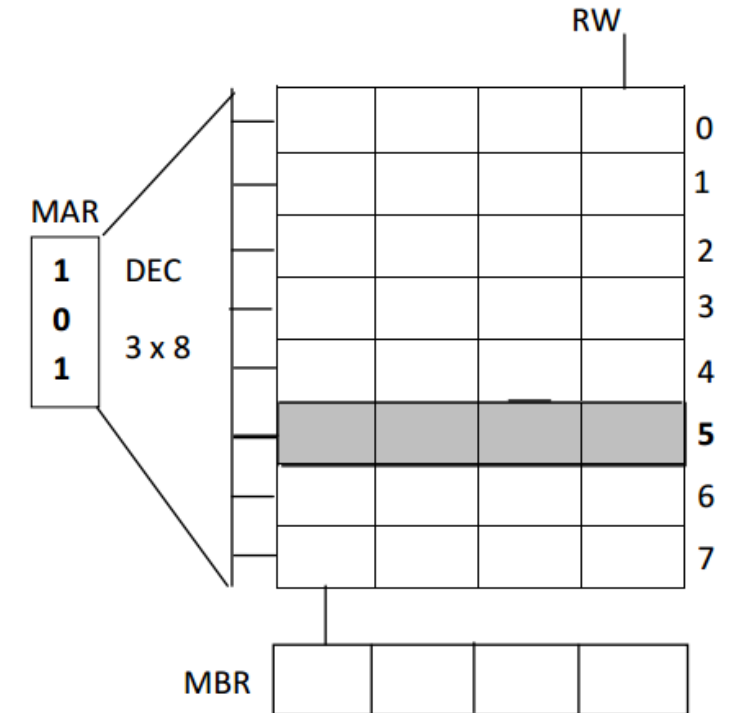
# Les mémoires

Le transfert d'informations entre la RAM et les registres se fait au moyen de lignes de bus ;

on a un **bus d'adresse** entre le MAR et la RAM et **un bus de données** entre le MBR et la RAM.

Le nombre total de bits de cette RAM est 8x4 c'est-à-dire 32 bits.

Chaque bit représente une cellule binaire CB et chaque cellule binaire possède 3 entrées et une sortie.



Définition d'un bus :

Un bus d'ordinateur est un moyen de transférer des informations depuis une partie de l'ordinateur vers une autre, il contient autant de lignes que les registres qui l'utilisent.

Le bus de données est bidirectionnel, il est composée de 2 lignes jumelées qui permettent de fonctionner dans les 2 sens (lecture et écriture)

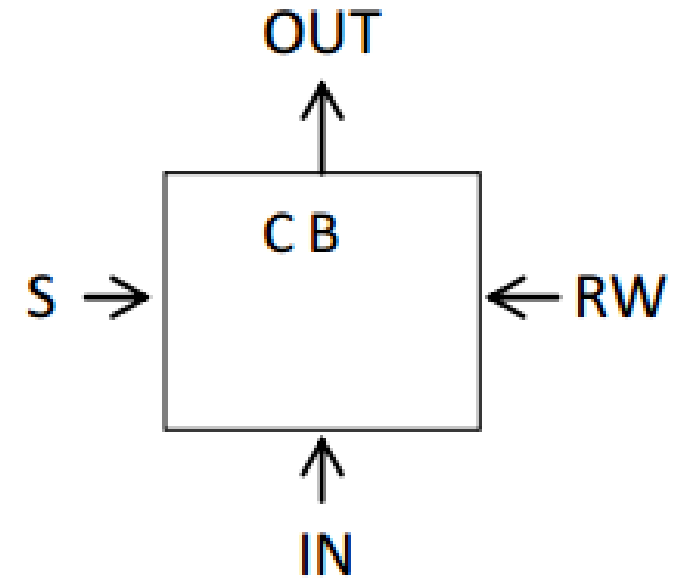
## Les mémoires

**S** représente la ligne du décodeur qui sélectionne la cellule binaire.

**RW** est la fonction de lecture /écriture

**IN** (Input) représente l'information à écrire dans la cellule binaire.

**OUT** (Output) représente l'information lue à partir de la cellule binaire.



## Représentation d'une cellule binaire à l'aide d'une bascule JK :

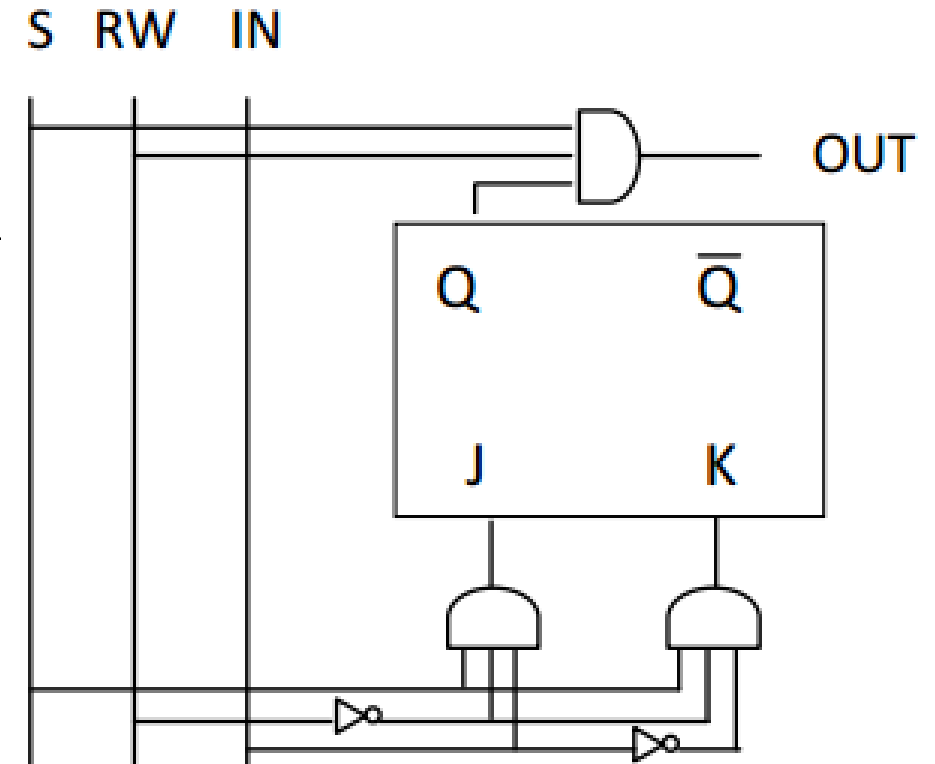
1) **S = 0** la cellule binaire n'est pas sélectionnée  
Il n'y a pas de changement au niveau de la bascule JK  
 $J = 0$  et  $K = 0$

2) **S = 1** La cellule binaire est sélectionnée (donc active)  
Si  $RW = 0$  on a une opération d'écriture .  
Si  $RW = 1$  on a une opération de lecture

### Table de Vérité de la CB :

S	RW	IN	J	K
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

## Les mémoires



## Extension de la mémoire

### Extension de la mémoire

Pour réaliser des mémoires **de grande capacité** on peut utiliser des mémoires **de petites capacités** et les connecter entre elles.

Si on veut augmenter **le nombre de mots** on connecte les mémoires en parallèle en augmentant le bus d'adresse.

Si on veut augmenter **la longueur du mot** mémoire on connecte les mémoires en série en augmentant le bus de données.

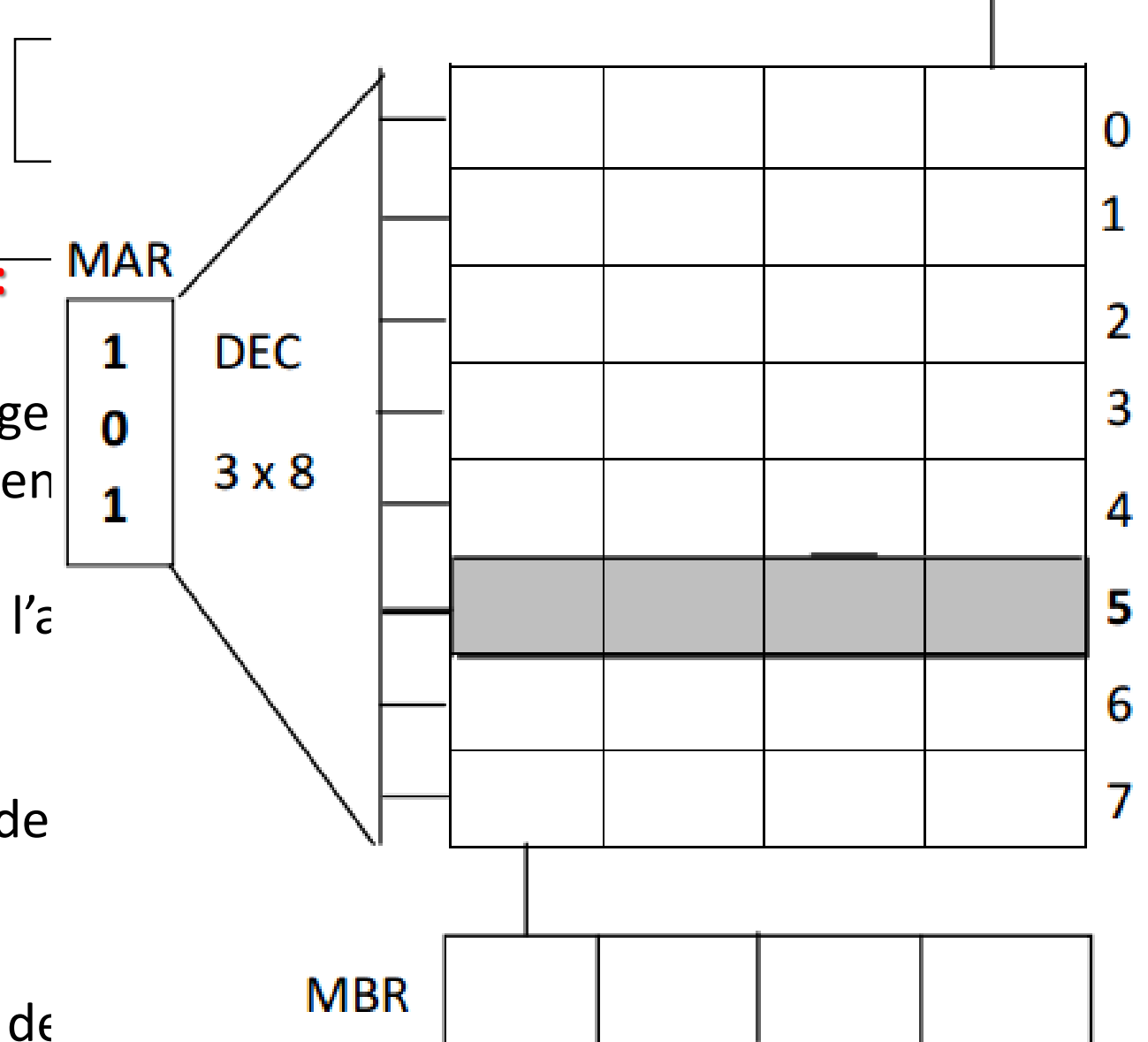
## Augmentation de l'espace d'adressage :

Si on veut augmenter l'espace d'adressage en parallèle ; pour cela il faut qu'aies aien

Pour la réalisation **d'une RAM ( $2^m \times P$ )** à l'a  
nombre de RAM ( $2^n \times P$ ) nécessaires.

Il suffit de diviser la capacité de la RAM de  
 **$(2^m \times P) / (2^n \times P) = 2^{m-n}$**

On utilisera un registre d'adresse (MAR) de  
 **$(m-n)$**  adresses complémentaires.





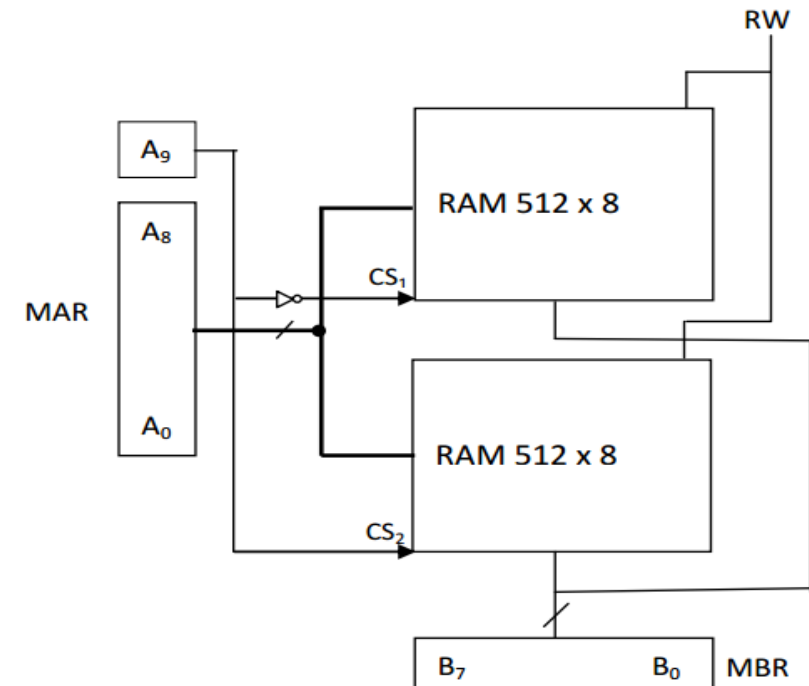
## Extension de la mémoire

Exemple 1 :  $m = 10$   $n = 9$  et  $p = 8$

On veut réaliser une **RAM  $2^{10} \times 8$**  à partir de RAM **RAM  $2^9 \times 8$**

Le nombre de RAM nécessaires est :  
 **$2^{10} \times 8 / 2^9 \times 8 = 2$  RAM**

On aura **un MAR** de **9 bits** et  **$(m-n)=1$  bit** d'adresse complémentaire, **le MBR** contient **8 bits**.



## Extension de la mémoire

Exemple 2 :  $m = 10$   $n = 8$  et  $p = 8$

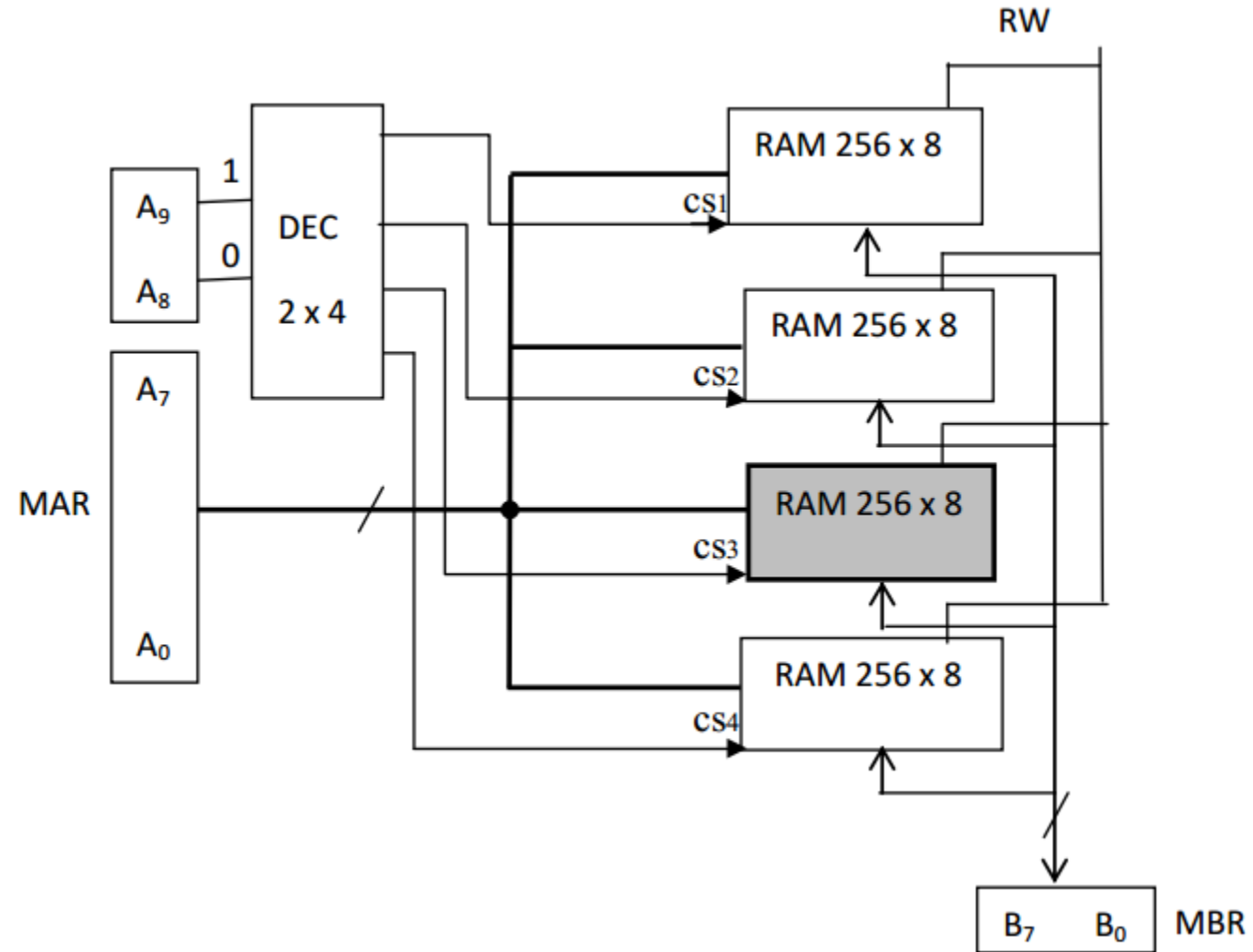
On veut réaliser une **RAM 1K x 8** à partir de **RAM 256 x 8**

On veut réaliser une RAM de  $2^{10} \times 8$

À l'aide des RAMs de  $2^8 \times 8$

RAMs utilisées =  $2^{10} \times 8 / 2^8 \times 8 = 2^{10-8} = 4$

M-n bits comp = 2,



## Extension de la mémoire

### Augmentation de la longueur du mot :

Si on veut augmenter la longueur d'un mot mémoire il faut connecter plusieurs boîtiers en série ; pour cela il faut qu'ils aient le même nombre de mots.

Pour la réalisation d'une **RAM ( $2^n \times P$ )** à l'aide de **RAM ( $2^n \times Q$ )** il faut d'abord définir le nombre de RAM **( $2^n \times Q$ )** nécessaires. Il suffit de **diviser  $P$  par  $Q$**

On utilisera **un seul registre d'adresse (MAR)** de  **$n$  bits**, **un registre de données** virtuel de  **$P$  bits** composé de plusieurs registres de  **$Q$  bits** (le nombre de ces registres est égal à  **$P/Q$** ) et un même Chip Select pour les **2 RAM**

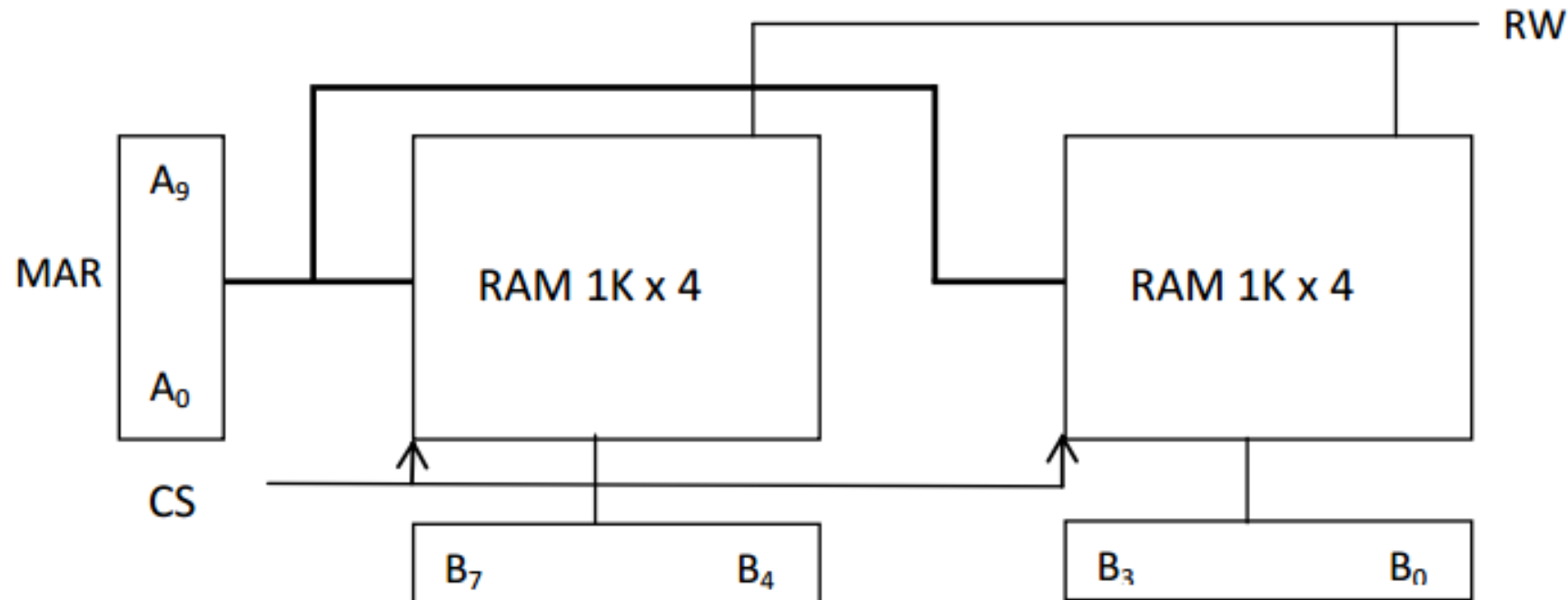
## Extension de la mémoire

Exemple :  $n = 10$   $P = 8$  et  $Q = 4$

On veut réaliser une **RAM  $2^{10} \times 8$**  à partir de **RAM  $2^{10} \times 4$**

Le nombre de RAM nécessaires est :  **$8 / 4 = 2$  RAM**

On aura un MAR de 10 bits et le MBR contient  **$2 \times 4 = 8$  bits**.



## Extension de la mémoire

### Augmentation de l'espace d'adressage et de la longueur du mot :

Pour la réalisation d'une **RAM ( $2^m \times P$ )** à l'aide de **RAM ( $2^n \times Q$ )** il faut d'abord définir le nombre total de **RAM ( $2^n \times Q$ )** nécessaires. Pour cela on divise le nombre de bits de la RAM qu'on veut réaliser par le nombre des RAM proposées :

$$(2^m \times P) / (2^n \times Q) = 2^{m-n} \times P/Q$$

On aura ainsi  **$2^{m-n}$  RAM** en parallèle composées chacune de  **$(P/Q)$  RAM** en série.

Remarque : On divise les nombres de mots et les longueurs de mots séparément.

## Extension de la mémoire

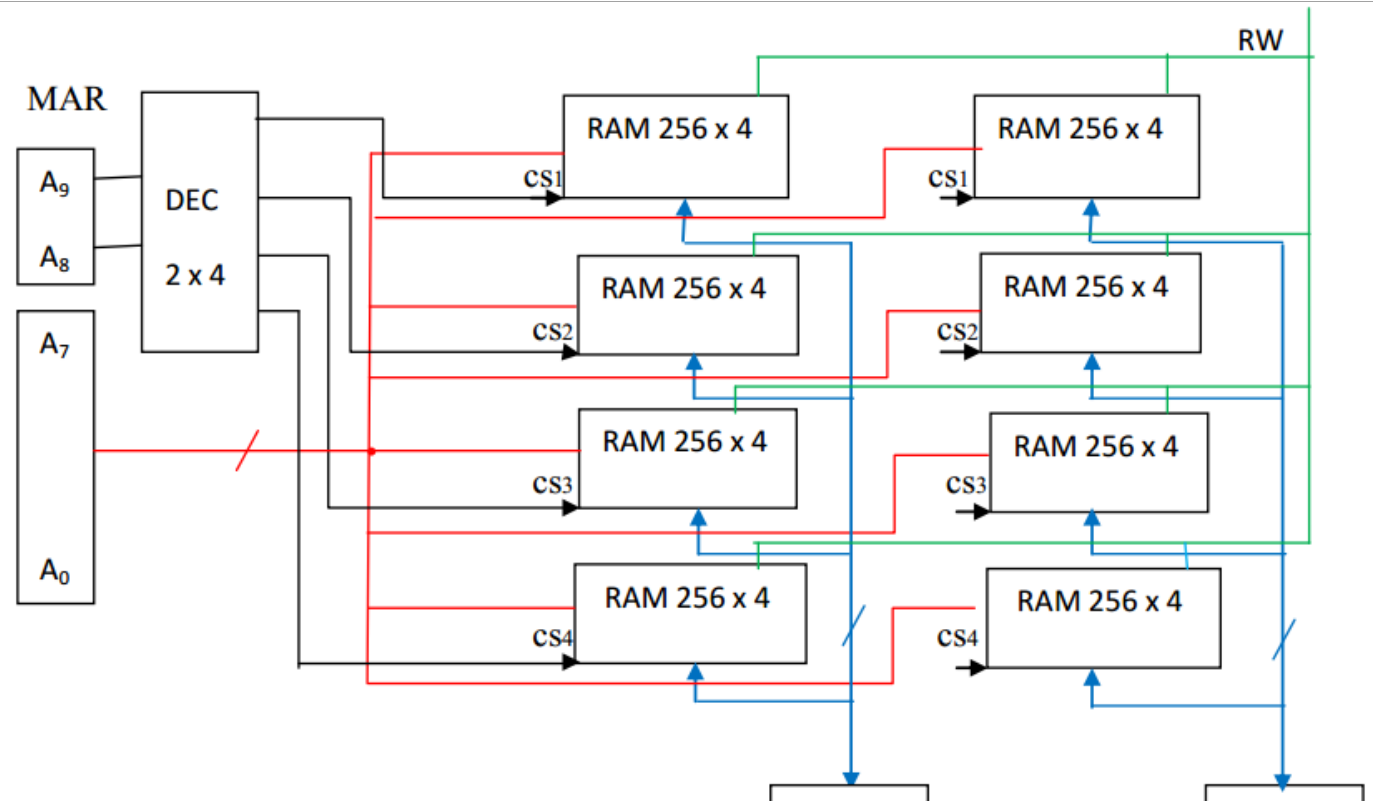
Exemple :  $m = 10$   $P = 8$  et  $n = 8$   $Q = 4$

On veut réaliser une **RAM  $2^{10} \times 8$**  à partir de **RAM  $2^8 \times 4$**

Le nombre de RAM nécessaires est :

**Parallèles =  $2^{10}/2^8 = 4$ ,**

**Série =  $8/4 = 2$ ,**



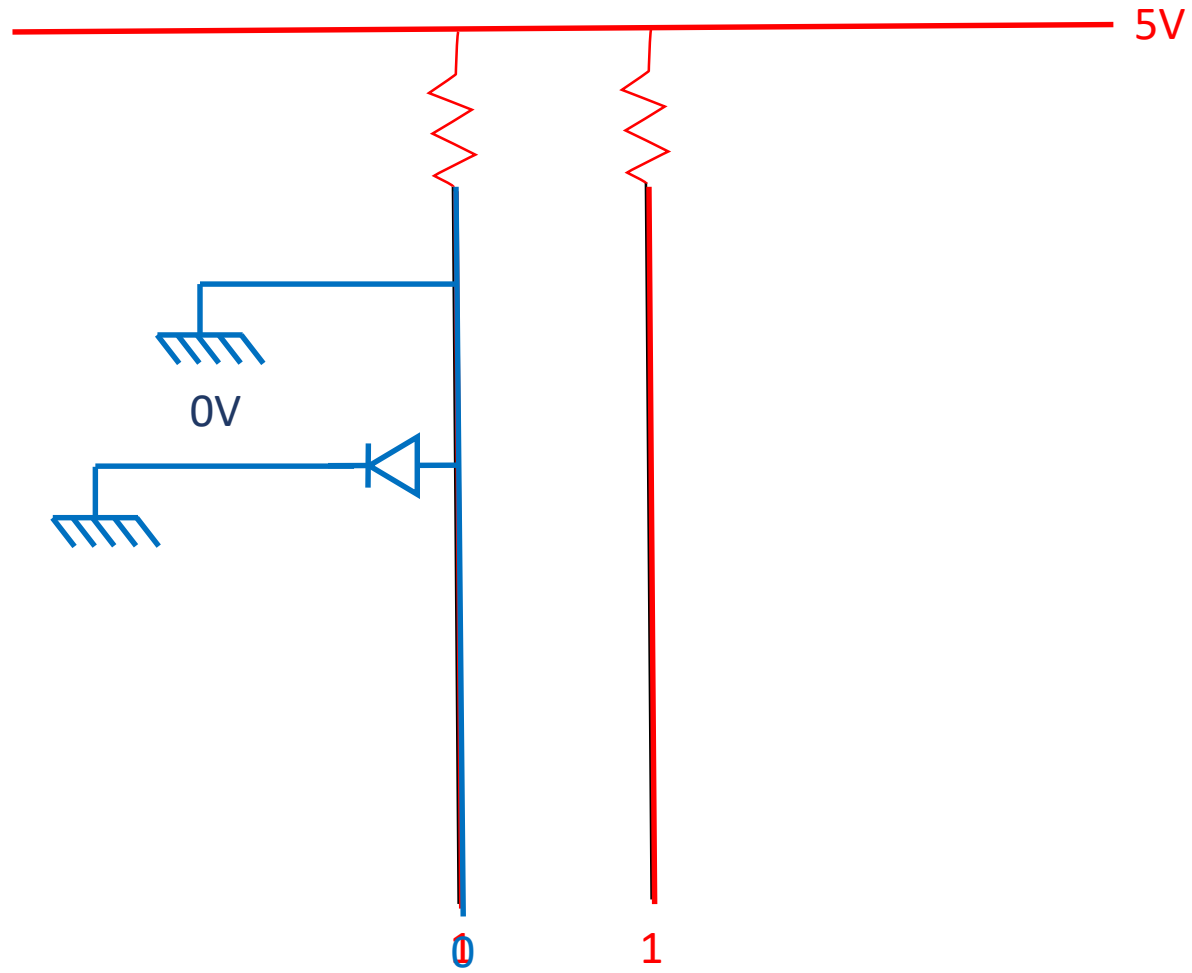
### Mémoires mortes ROM

La ROM (Read Only Memory) est une mémoire permanente non volatile et en lecture seule contrairement à la RAM.

Ce type de mémoire est utilisé pour conserver des informations qui ne s'effacent jamais même quand il n'y a plus de mise sous tension. Elle est cependant plus lente que la RAM.

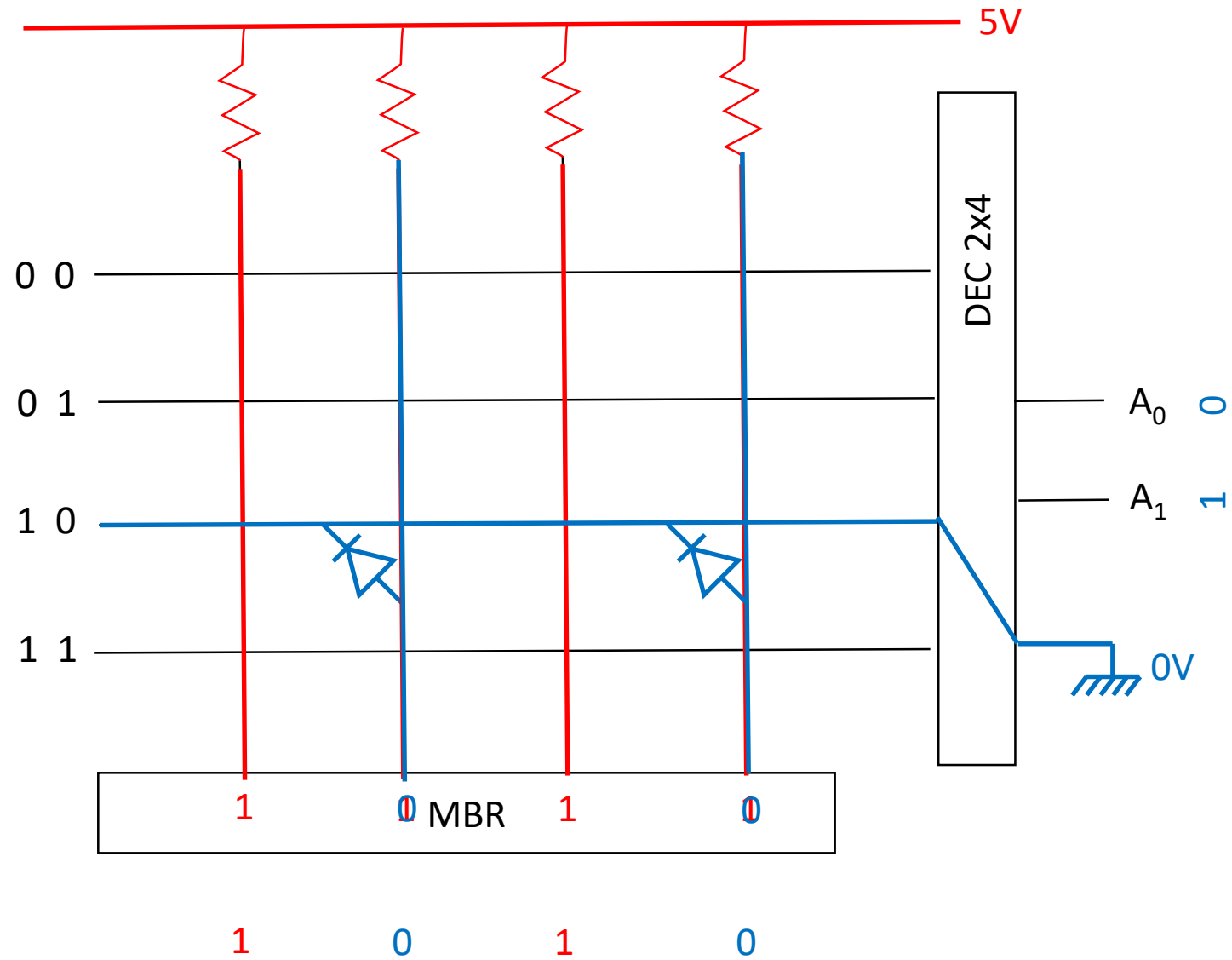
La ROM est réalisée à partir de diodes munies de petits fusibles. Lorsque le fusible est intact la diode laisse passer le courant, elle représente alors un 1, lorsqu'on claque le fusible, le courant ne passe plus, nous avons alors un 0

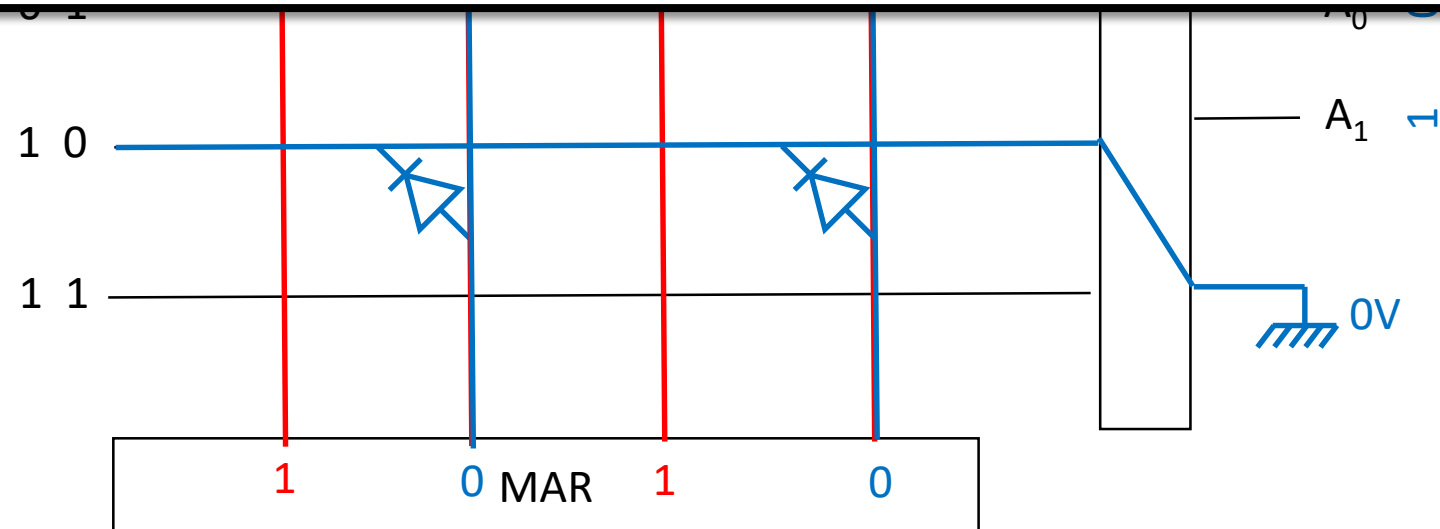
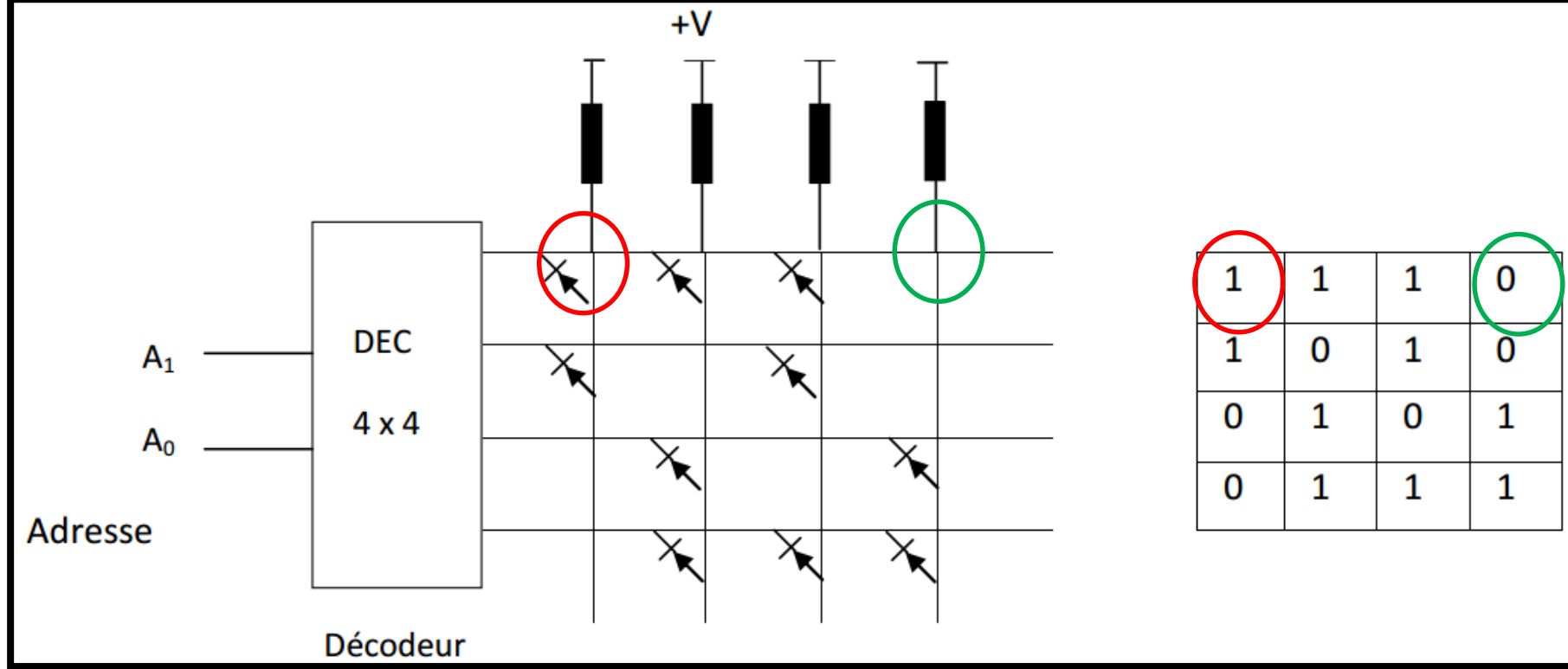
# ROM





# ROM





### Mémoires mortes ROM

La ROM permet notamment de conserver les données nécessaires au démarrage de l'ordinateur (le BIOS) ; elle permet également dans certains cas de réaliser certains circuits combinatoires (fonctions logiques).

Il existe plusieurs types de ROM :

**Les ROM** : leur contenu est défini lors de la fabrication, il est non modifiable.

**Les PROM (Programmable Read Only Memory)** : elles sont programmables une seule fois par l'utilisateur.

**Les EPROM (Erasable programmable Read Only Memory)** : elles sont effaçables et reprogrammables. La réinitialisation se fait en reconstituant les fusibles après exposition aux rayons UV.

# Les mémoires

## Mémoires mortes ROM

### Exemple de ROM :

On se limitera dans ce cours à la représentation de fonctions de circuits combinatoires.

Dans ce cas les bits d'adresse seront représentés par les variables d'entrées et les lignes de données par les fonctions de sortie.

On prendra comme exemple le circuit de l'additionneur complet à un bit.

A	b	c	S	R
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

A	b	c	S	R
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

