

# Architecture des ordinateurs

## Chapitre 2 : B. Circuits combinatoires

L2 Génie Industriel

# Motivations

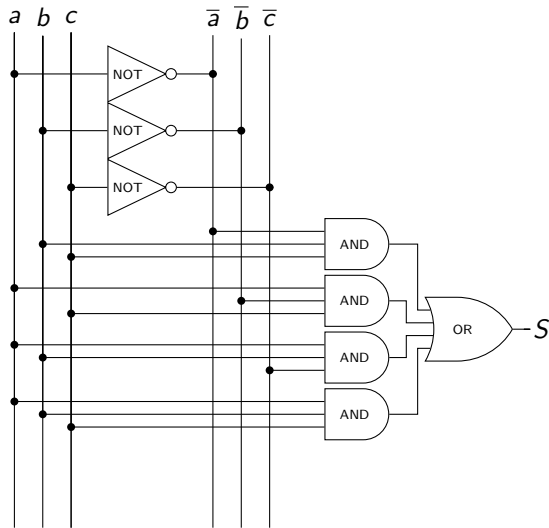
- Besoin de circuits logiques à plusieurs entrées et sorties
  - Fonction des sorties exprimée (uniquement) selon les seules variables d'entrée
- ⇒ Tous les circuits logiques n'ont pas cette propriété
- ⇒ **Circuits combinatoires**

## Décrire clairement :

- les **entrées** :
  - ▶ les données : ne sont pas des entrées de la table de vérité
  - ▶ les paramètres : bits de réglage
  - ▶ les variables d'entrée
- la **sortie** : pas forcément unique !
  - ▶ fonction logique : une seule valeur en sortie
  - ▶ circuit : plusieurs fonctions possibles pour obtenir le comportement voulu
- le **rôle** de différents éléments :
  - ▶ À quoi sert le circuit ?
  - ▶ Qu'obtient-on en sortie ?
  - ▶ Quel rôle jouent les entrées ?
- la **table de vérité** (une table par fonction)

## Exemple : la fonction majoritaire (1/2)

$a$	$b$	$c$	$S$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



## Exemple : la fonction majoritaire (2/2)

**Sur un nombre pair d'entrées**, une seule sortie ne suffit pas :

- soit les 0 sont majoritaires (sortie 00)
- soit les 1 sont majoritaires (sortie 01)
- soit il n'y a pas de majoritaire (sortie 10)

$a$	$b$	$c$	$d$	$S_0$	$S_1$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1

- Le multiplexeur
- Le démultiplexeur
- Le décodeur
- Le comparateur

# Le multiplexeur $2^n \times n$

- **Entrées :**

- ▶  $2^n$  lignes d'entrée (données) :  $D_0, \dots, D_{2^n-1}$
- ▶  $n$  lignes de sélection :  $a, b, c \dots$

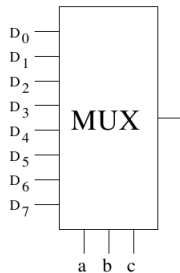
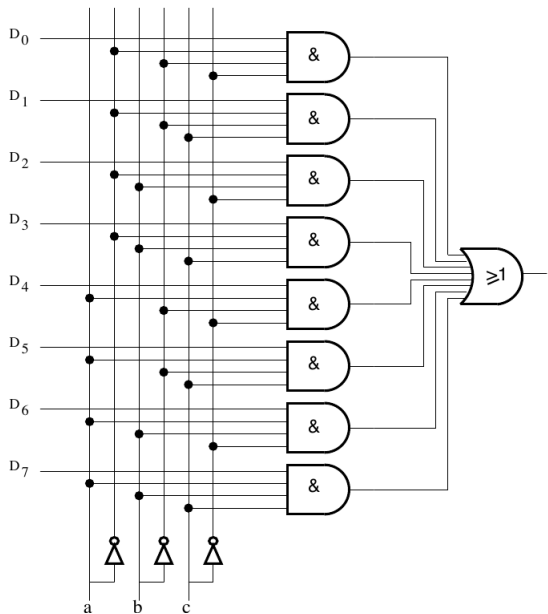
- **Sortie :** une seule sortie  $S$

- **Rôle :** aiguiller la valeur de l'une des  $2^n$  lignes d'entrée vers la sortie  $S$ .

La ligne d'entrée choisie est désignée grâce aux bits de sélection.

$a$	$b$	$c$	$S$
0	0	0	$D_0$
0	0	1	$D_1$
0	1	0	$D_2$
0	1	1	$D_3$
1	0	0	$D_4$
1	0	1	$D_5$
1	1	0	$D_6$
1	1	1	$D_7$

# Câblage du multiplexeur $8 \times 3$





**Circuit logique réalisant un multiplexeur  $4 \times 2$**

# Exemple d'utilisation du multiplexeur

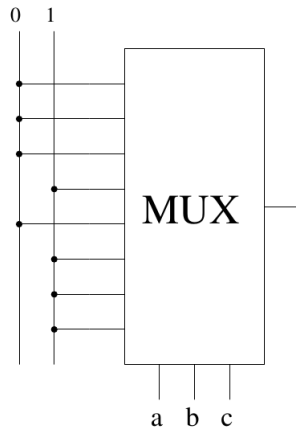
La fonction majoritaire avec un multiplexeur :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>S</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

# Exemple d'utilisation du multiplexeur

La fonction majoritaire avec un multiplexeur :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>S</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

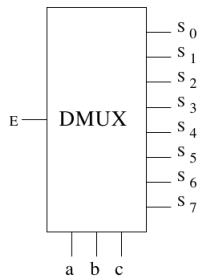
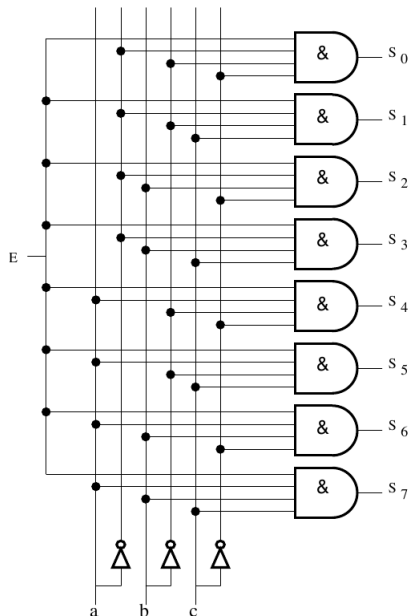


# Le démultiplexeur $2^n \times n$

- **Entrées** :
  - ▶ une ligne d'entrée (donnée) :  $E$
  - ▶  $n$  lignes de sélection :  $a, b, c \dots$
- **Sortie** :  $2^n$  lignes de sortie  $S_0, \dots, S_{2^n-1}$
- **Rôle** : aiguiller l'entrée  $E$  vers l'une des  $2^n$  lignes de sortie.  
La ligne de sortie est désignée grâce aux bits de sélection.

$a$	$b$	$c$	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
0	0	0	$E$	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	$E$	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	$E$	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	$E$	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	$E$	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	$E$	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	$E$	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	$E$

# Câblage du démultiplexeur $8 \times 3$



# Exemple d'utilisation du démultiplexeur

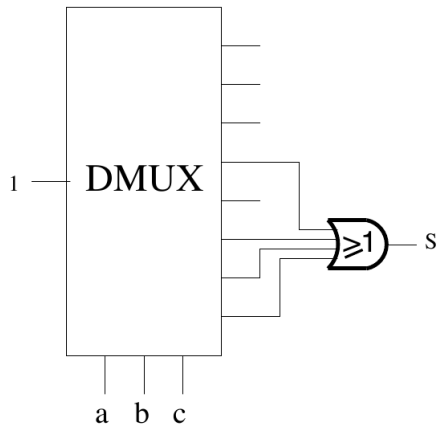
La fonction majoritaire avec un démultiplexeur :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>S</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

# Exemple d'utilisation du démultiplexeur

La fonction majoritaire avec un démultiplexeur :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>S</i>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



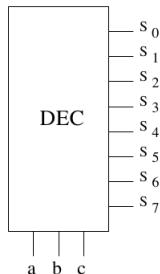
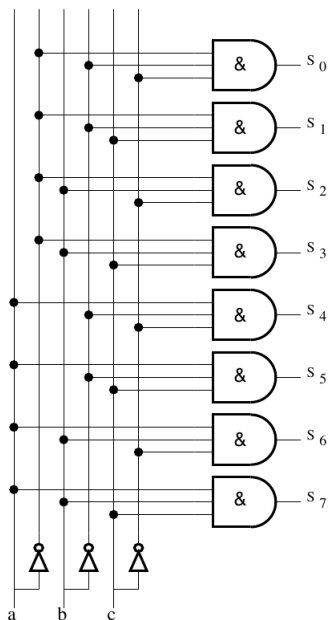
## Le décodeur $2^n \times n$

- **Entrées** :  $n$  lignes de sélection :  $a, b, c \dots$
- **Sortie** :  $2^n$  lignes de sortie  $S_0, \dots, S_{2^n-1}$
- **Rôle** : sélectionner (mettre à 1) l'une des  $2^n$  lignes de sortie.  
La ligne de sortie est désignée grâce aux bits de sélection.

$a$	$b$	$c$	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1



# Cablage du décodeur $8 \times 3$



Démultiplexeur avec  $E=1$ .

## Exercice

Exemple d'utilisation d'un décodeur : activation de fonction

Fait, au choix, l'une des 4 fonctions logiques (AND, OR, XOR, NOT) sur les données  $E_0$  et  $E_1$ . Le choix de la fonction est déterminé par les valeurs de  $a$  et  $b$  selon la table de vérité suivante :

$a$	$b$	$S$
0	0	$E_0 \cdot E_1$
0	1	$E_0 + E_1$
1	0	$E_0 \oplus E_1$
1	1	$\overline{E_0}$

**Réaliser le circuit logique correspondant en utilisant un décodeur**

# Correction

