

# Architecture des Ordinateurs

## Partie I : Concepts de Base

### 2. Composants élémentaires

David Simplot  
simplot@fil.univ-lille1.fr



Licence Métrice d'Informatique de Lille



USTL

### Au sommaire...

- **Circuits arithmétiques**
  - additionneurs, comparateurs
- Circuits combinatoires
  - codeurs, décodeurs, sélecteurs, multiplexeurs, démultiplexeurs
- Bascules, registres & mémoires
- Conclusion

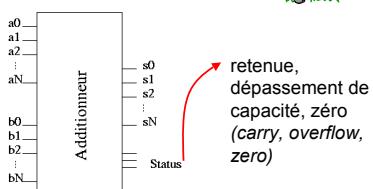
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



3

### Additionneurs (2/7)

- But :



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

5

## Objectifs

- Connaitre les circuits élémentaires:
  - Fonctions arithmétiques : additionneurs, comparateurs
  - Fonctions combinatoires : codeurs, décodeurs, multiplexeurs, démultiplexeurs

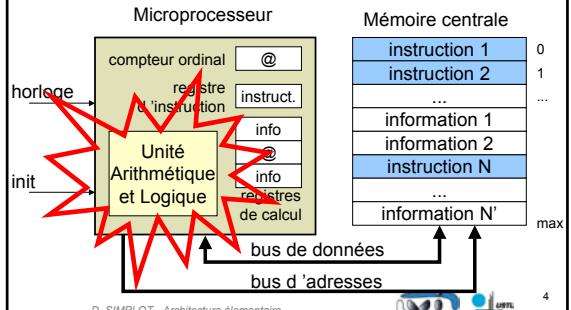


D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



2

### Additionneur (1/7)



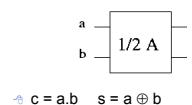
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



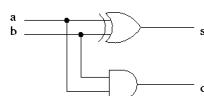
4

### Additionneurs (3/7) Demi-additionneur

- Demi-additionneur :



a	b	s	c
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



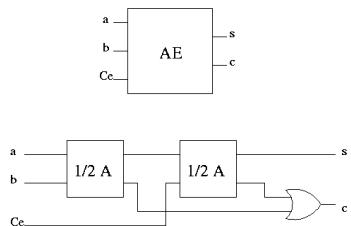
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



6

## Additionneurs (4/7)

### Additionneur élémentaire

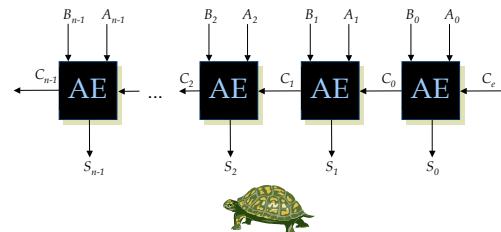


D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

7

## Additionneurs (5/7)

### ■ Additionneur n bits :

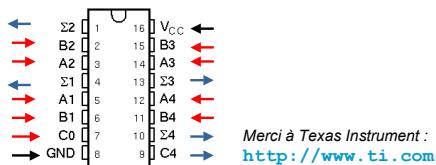


D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

8

## Additionneurs (6/7)

- Il existe des circuits intégrés « additionneurs » 1 bit, 2 bits, 4 bits, etc... Le circuit 54/283 est un additionneur 4 bits :



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

9

## Additionneurs (7/7)

### ■ Circuit du 54 / 75283

- ▲ ce n'est pas une association d'AE, c'est un additionneur avec anticipation de retenue...



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

10

## Au sommaire...

### Circuits arithmétiques

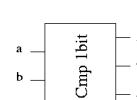
- additionneurs, comparateurs
- Circuits combinatoires
  - codeurs, décodeurs, sélecteurs, multiplexeurs, démultiplexeurs
- Bascules, registres & mémoires
- Conclusion

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

11

## Comparateurs (1/4)

### ■ Comparateur 1 bit :



a	b	p	e	g
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1

- $p = \text{« } a \text{ plus petit que } b \text{ »} = a.b$

- $e = \text{« } a \text{ égal } b \text{ »} = a \otimes b$  (le XNOR/coincidence/équivalence)

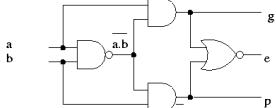
- $g = \text{« } a \text{ plus grand que } b \text{ »} = a.b$

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

12

## Comparateurs (2/4)

- Circuit du comparateur 1 bit :



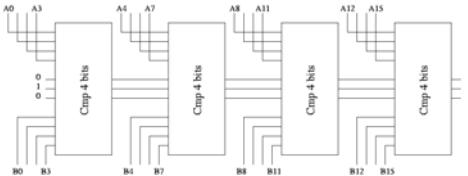
- On peut utiliser les comparateurs 1 bit pour faire des comparateurs 2 bits. Puis on peut utiliser les comparateurs 2 bits pour faire des comparateurs 4 bits. Etc...

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

13

## Comparateurs (4/4)

- Application : construction d'un comparateur 16 bits :



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

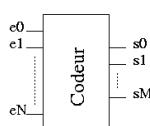
15

## Codeurs (1/2)

- Code une entrée à N entrée où il n'y a qu'un seul 1 en binaire.

$$M = \log_2(N+1) - 1$$

« codeur N+1 vers M+1 »

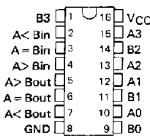
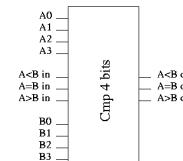


D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

17

## Comparateurs (3/4)

- On peut également utiliser des circuits comparateurs dits « associatifs ». Par exemple, le SN54 / 7485 est un comparateur 4 bits associatif :



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

14

## Au sommaire...

- Circuits arithmétiques
  - additionneurs, comparateurs
- Circuits combinatoires**
  - codeurs, décodeurs, sélecteurs, multiplexeurs, démultiplexeurs
- Bascules, registres & mémoires
- Conclusion

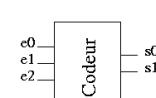
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

16

## Codeurs (2/2)

- Codeur 3 vers 2 : N=2, M=1

e2	e1	e0	s0	s1
0	0	0	*	*
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	*	*
1	0	0	1	0
1	0	1	*	*
1	1	0	*	*
1	1	1	*	*



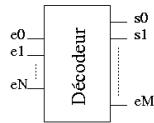
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

18

## Décodeurs (1/4)

### ■ Décode un mot binaire

- ↳  $2^{N-1} \leq M < 2^N$
- ↳  $SJ = 1$ ssi  $(eN \dots e1e0)_2 = J$
- ↳ « décodeur  $N+1$  vers  $M+1$  »



### ■ Exemple :

- ↳  $N=1$   $M=2$
- ↳ « décodeur 2 vers 3 »

e1	e0	s0	s1	s2
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	0	1
1	1	0	0	0

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

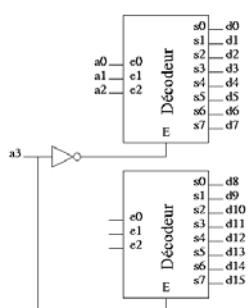


19

## Décodeurs (3/4)

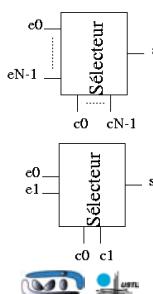
### ■ On ajoute une entrée « Enabled »

- ↳ si  $E = 0$  alors toutes les sorties sont à 0
- ↳ permet de construire de plus « gros » décodeurs...



Décodeur 4 vers 16 à partir de décodeur 3 vers 8

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



23

## Sélecteurs

### ■ Un sélecteur prend N entrées ( $e0 \dots N-1$ ) et N commandes ( $c0 \dots N-1$ ) et copie l'entrée J si $CJ$ est la seule à être à 1.

- ↳  $S = 1$ ssi  $EJ = 1$  et  $CJ$  est la seule commande à 1

### ■ Exemple à 2 entrées :

c0	c1	s
0	0	*
0	1	e1
1	0	e0
1	1	*

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

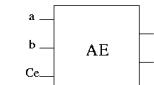
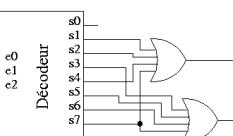
## Décodeurs (2/4)

### ■ Toute fonction logique $f(x0, x1, \dots, xN)$ peut être réalisée avec un décodeur.

### ■ Exemple l'additionneur élémentaire :

- ↳  $s = f1(a, b, Ce) = \Sigma(1, 2, 4, 7)$

- ↳  $c = f2(a, b, Ce) = \Sigma(3, 5, 6, 7)$



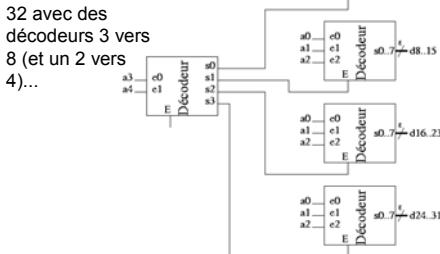
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



20

## Décodeurs (4/4)

### ■ Décodeur 5 vers 32 avec des décodeurs 3 vers 8 (et un 2 vers 4)...



D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



21

## Au sommaire...

### ■ Circuits arithmétiques

- ↳ additionneurs, comparateurs

### ■ Circuits combinatoires

- ↳ codeurs, décodeurs, sélecteurs, **multiplexeurs, démultiplexeurs**

### ■ Bascules, registres & mémoires

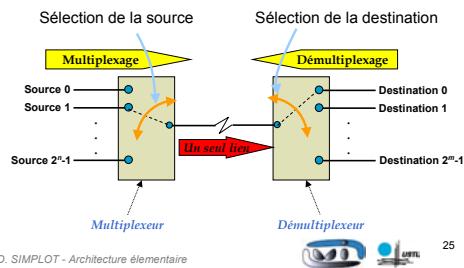
### ■ Conclusion



24

## Multiplexeurs et Démultiplexeurs

- Utilisation :



25

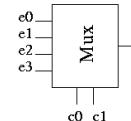
## Multiplexeurs (1/2)

- Le multiplexeur (**MUX**) sélectionne, à l'aide de N entrées de commande ( $c_0..n-1$ ), une des  $2^N$  entrées d'information ( $e_0..2^N-1$ ) et la dirige à la sortie.

La sortie est égale à 1 si l'entrée ( $c_0c_1...c_{N-1}$ ) est vraie.

- Exemple: Multiplexeur 4 à 1.

$c_0$	$c_1$	$s$
0	0	$e_0$
0	1	$e_1$
1	0	$e_2$
1	1	$e_3$



26

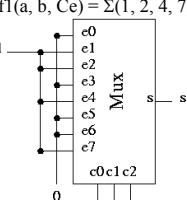
- On utilise un décodeur et un sélecteur...

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

## Multiplexeurs (2/2)

- Synthèse de fonctions logiques avec un multiplexeur
- Exemple de l'AE... (encore !)

a	b	Ce	c	s	$s = f_1(a, b, C_e) = \Sigma(1, 2, 4, 7)$
0	0	0	0	0	
0	0	1	0	1	
0	1	0	0	1	
0	1	1	1	0	
1	0	0	0	1	
1	0	1	1	0	
1	1	0	1	0	
1	1	1	1	1	



27

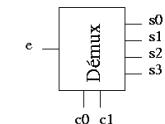
D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

## Démultiplexeurs

- Opérateur inverse du multiplexeur. Il distribue le bit reçu en entrée unique vers l'une des  $2^N$  sorties possibles D (N: nombre d'entrées de sélection S).

- Exemple multiplexeur 4 sorties :

$c_0$	$c_1$	$s_0$	$s_1$	$s_2$	$s_3$
0	0	<b>e</b>	0	0	0
0	1	0	<b>e</b>	0	0
1	0	0	0	<b>e</b>	0
1	1	0	0	0	<b>e</b>



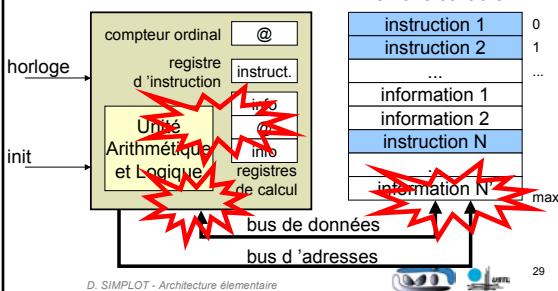
28

- C'est un décodeur avec e comme « enabled ».

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

## Multiplexeurs et Démultiplexeurs

Microprocesseur



29

## Au sommaire...

- Circuits arithmétiques
  - additionneurs, comparateurs
- Circuits combinatoires
  - codeurs, décodeurs, sélecteurs, multiplexeurs, démultiplexeur
- Bascules, registres & mémoires**
- Conclusion

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



30

## Bascules, registres et mémoires (1/3)

- Bascule (bistable/flip-flop)
  - = moyen de mémoriser de l'information
- Différents type de bascules
  - RS=0, RS=1, RST, D, JK, JKT, RSME, JKME...
- Ex. Bascule RS=0



R	S	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	1
1	0	0

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

31



## Bascules, registres et mémoires (3/3)

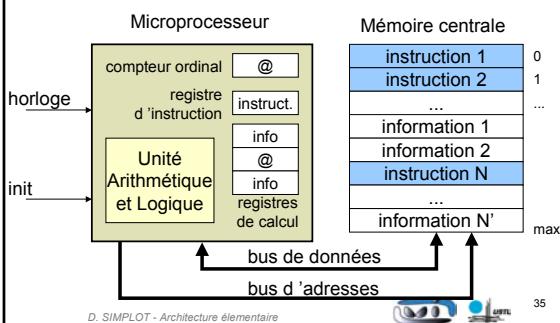
- Mémoires persistantes
  - ROM, EEPROM, Flash
  - Read-Only Memory
- Mémoires volatiles
  - RAM (Random Access Memory)
  - Deux types statique ou dynamique
    - SRAM et DRAM

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

33



## En conclusion

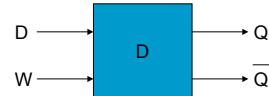


D. SIMPLOT - Architecture élémentaire

35

## Bascules, registres et mémoires (2/3)

- Ex. Bascule D



- La donnée stockée copie D si W=1 sinon, l'état de la bascule est inchangée

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



32

## Au sommaire...

- Circuits arithmétiques
  - additionneurs, comparateurs
- Circuits combinatoires
  - codeurs, décodeurs, sélecteurs, multiplexeurs, démultiplexeur
- Bascules, registres & mémoires
- Conclusion

D. SIMPLOT - Architecture élémentaire



34