

Architecture des ordinateurs

Circuits Arithmétiques

L1 MIASHS

UFR Mathématiques et Informatique

(2014 - 2015)

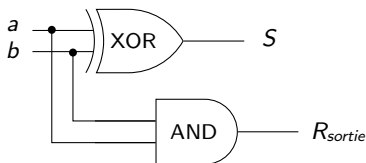


- L'additionneur / Le soustracteur
- L'incrémenteur / Le décrémenteur
- Le décaleur
- L'Unité Arithmétique et Logique (UAL)

Demi-additionneur

- **Entrées** : les 2 bits à additionner a et b
- **Sorties** :
 - ▶ la somme $S (= a \oplus b)$
 - ▶ la retenue de sortie $R_{sortie} (= a \cdot b)$
- **Rôle** : Additionner a et b en conservant la retenue

a	b	S	R_{sortie}
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



Problème : si plusieurs additions successives ?

Additionneur complet (1/2)

- Entrées :

- ▶ les 2 bits à additionner a et b
- ▶ la retenue d'entrée R_{entree}

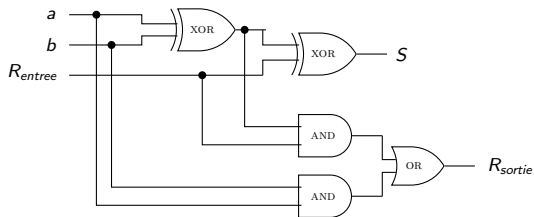
- Sorties :

- ▶ la somme $S = a \oplus b \oplus R_{entree}$
- ▶ la retenue de sortie $R_{sortie} = (a \cdot b) + (a \oplus b) \cdot R_{entree}$

- Rôle : Additionner a et b en prenant en compte la retenue d'entrée R_{entree} et en conservant la retenue de sortie R_{sortie}

Additionneur complet (2/2)

a	b	R_{entree}	S	R_{sortie}
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



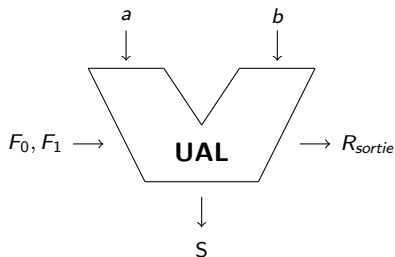
Unité Arithmétique et Logique (UAL) (1/2)

- **Entrées :**

- ▶ a et b : les variables (données)
- ▶ F_0 et F_1 : bits de choix du signal d'activation

- **Sorties :**

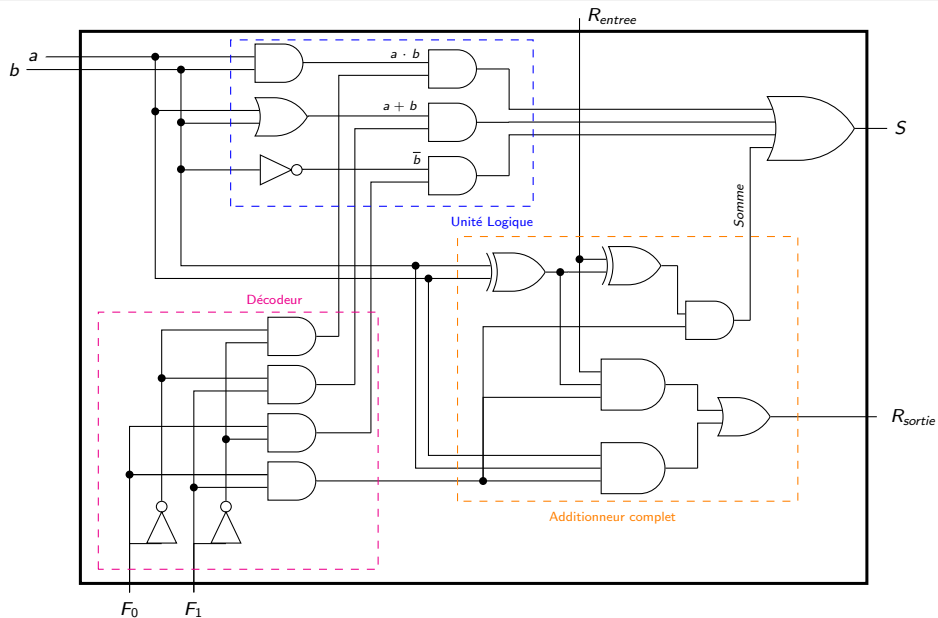
- ▶ S : le résultat de l'opération
- ▶ R_{sortie} : la retenue de sortie



- **Rôle :** Faire l'une des 4 opérations (en fonction des bits d'activation choisis) :

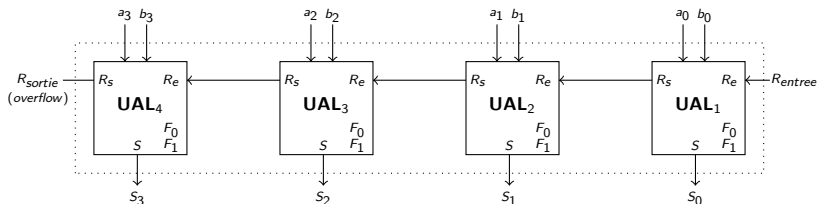
- ▶ $a \cdot b$
- ▶ $a + b$
- ▶ \bar{b}
- ▶ $Add(a, b, R_{entree})$

Unité Arithmétique et Logique (UAL) (2/2)



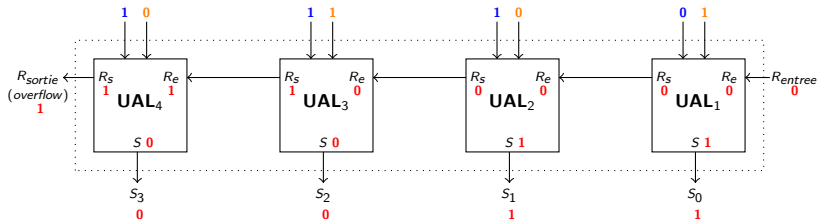
UAL n bits

- Pour 2 bits d'entrée, l'UAL est un circuit qui a peu d'intérêt ...
- En connectant les retenues de n UALs, on obtient une UAL n bits telle que :
 - ▶ les opérations logiques sont des opérations bit à bit
 - ▶ les opérations arithmétiques sont effectuées sur des entiers en complément à 2 sur n bits



Exemple

- UAL 4 bits
 - On souhaite faire l'addition entre a et b (données) telle que :
 - ▶ a et b sont codés sur 4 bits
 - ▶ $a = 14$ (en base 10) = 1110 (en base 2)
 - ▶ $b = 5$ (en base 10) = 0101 (en base 2)
- ⇒ $a_0 = 0, a_1 = 1, \dots$ et $b_0 = 1, b_1 = 0, \dots$



$$A + B = 14 + 5 = 19 \text{ (en base 10)} = 1\ 0011 \text{ (en base 2)}$$

UAL - Résumé des fonctions

F_0	F_1	R_{entree}	Fonction
0	0	0	$a \cdot b$
0	0	1	$a \cdot b$
0	1	0	$a + b$
0	1	1	$a + b$
1	0	0	\overline{b}
1	0	1	\overline{b}
1	1	0	$Add(a, b, 0)$
1	1	1	$Add(a, b, 1)$

F_0	F_1	Fonction
0	0	$a \cdot b$
0	1	$a + b$
1	0	\overline{b}
1	1	$Add(a, b, R_{entree})$