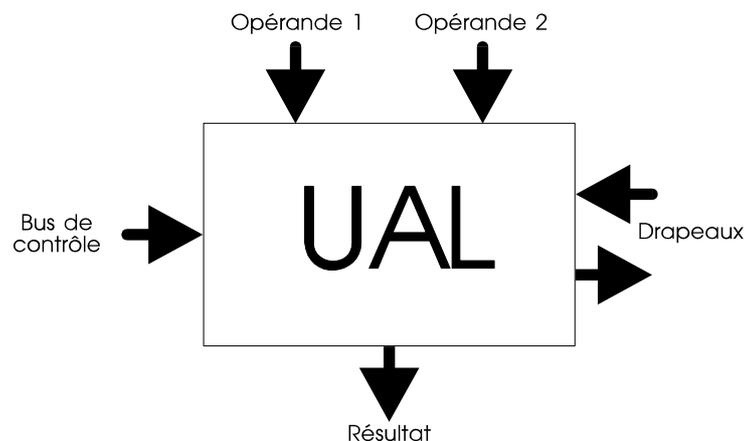


L'UAL

Dans ce chapitre, nous allons construire une entité capable d'effectuer tous les calculs que nous avons déjà vus : l'UAL.

PRESENTATION

Nous allons construire un système capable d'effectuer la plupart des opérations arithmétiques (comme l'incrément, l'addition, la multiplication, le glissement ou la rotation...) et logiques (comme les fonctions AND, OR, XOR...) que nous avons déjà vues, sur des opérandes 8 bits déterminées. Un tel ensemble s'appelle une UAL (abréviation de *Unité Arithmétique et Logique*), et constitue le cœur de tout microprocesseur. Le schéma de principe est le suivant :



Le bus de contrôle indique quelle opération nous voulons effectuer entre les deux opérandes. Prenons l'exemple arbitraire suivant (avec un bus de contrôle à 4 bits) :

Bus de contrôle	Résultat obtenu	Bus de contrôle	Résultat obtenu
0000	Opérande2	1000	Opérande1 + Opérande2 + retenue
0001	Opérande1 + 1	1001	Opérande1 + retenue
0010	Opérande1 - 1	1010	Rotation à gauche Opérande1
0011	NON Opérande1	1011	Rotation à gauche Opérande1 avec retenue
0100	Opérande1 AND Opérande2	1100	Rotation à droite Opérande2
0101	Opérande1 OR Opérande2	1101	Rotation à droite Opérande2 avec retenue
0110	Opérande1 XOR Opérande2	1110	Décalage à gauche Opérande1
0111	Opérande1 + Opérande2	1111	Décalage à droite Opérande2

Les *drapeaux* sont des bits dont la valeur fournit un renseignement sur le résultat de l'opération. Nous avons déjà vu l'un d'entre eux : la retenue (notée *C*, comme *Carry* = retenue). Nous prendrons pour exemple trois autres drapeaux : le zéro (noté *Z*), signe (noté *S*) et la parité (notée *P*) :

- Z est à 1 si le résultat est nul, à 0 sinon.
- C est à 1 si l'opération génère une retenue dans le résultat final, 0 sinon.
- S est à 1 si le résultat est de signe négatif (bit7 à 1), à 0 sinon.
- P est à 1 si le résultat a un nombre impair de bits à 1, à 0 sinon.

Certains calculs peuvent être réalisés en tenant compte de la retenue, comme par exemple l'addition. Ainsi, même si les définitions ci-dessus des opérations ne le précisent pas, nous sommes libres de définir :

- une addition sans retenue : $\text{Résultat} = \text{Opérande1} + \text{Opérande2}$
- une addition avec retenue : $\text{Résultat} = \text{Opérande1} + \text{Opérande2} + C$

- une rotation à gauche sans retenue :

- une rotation à gauche avec retenue :

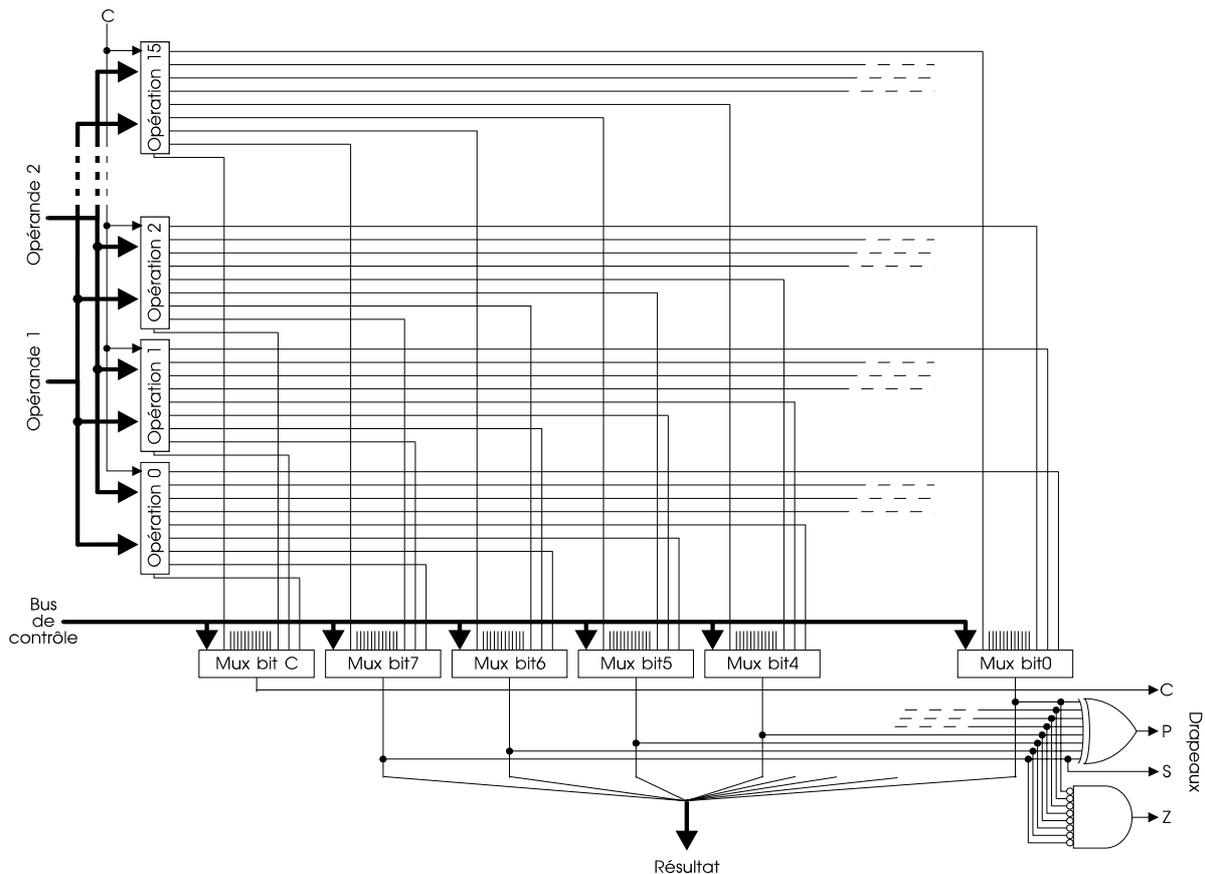
- etc...

Néanmoins, dans tous les cas, les drapeaux sont affectés par le déroulement des opérations (le terme "sans retenue" signifiant que la retenue n'intervient pas dans le résultat, mais reste cependant modifiée par celui-ci).

CONSTITUTION

Nous avons vu dans le chapitre "Circuits logiques" les multiplexeurs. Ceux-ci permettent de fournir sur le bit de sortie la valeur présente sur un des bits d'entrée, ce dernier étant choisi par ailleurs. N'est-ce pas ce que nous devons réaliser dans une UAL, si ce n'est que le multiplexeur travaille sur 1 bit, et que nous voulons travailler sur 8 bits ? La méthode est la suivante : nous allons réaliser aveuglément toutes les opérations disponibles dans l'UAL, puis nous utiliserons 9 multiplexeurs pour filtrer le résultat demandé, chaque multiplexeur retenant le bit qui lui est affecté parmi les mêmes bits des résultats de chaque opération (un multiplexeur pour la retenue, puis un pour chaque bit du résultat).

Le montage de l'UAL est alors le suivant :



L'UAL n'est donc jamais qu'une suite de calculateurs spécialisés, suivi d'un multiplexeur 8+1 bits. Pour réaliser une telle unité, l'ensemble des circuits que nous avons vu jusqu'ici ne sont pas construits sur des puces distinctes, reliés par des fils, mais sont intégrés sur le même morceau de silicium.

UTILISATION DE L'UAL

Il va falloir alimenter cette UAL d'opérandes et de signaux de contrôle de manière à ce qu'elle réalise ce qu'on attend d'elle : réaliser les calculs. Cela nécessite :

- de la mémoire : avoir des emplacements où les données (comme par exemple les opérandes et le résultat) sont stockées,
- du contrôle : commander les opérations à réaliser.

Ces aspects constituent le programme des deux prochains chapitres.