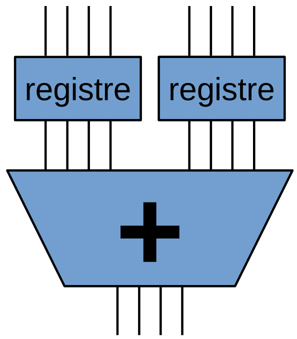
CODER UN ENTIER « SIGNÉ » EN BINAIRE

I) Opposé d’un entier en binaire

Le premier microprocesseur commercialisé par Intel, le 4004, avait une architecture 4 bits. Cela veut notamment dire qu'il était « câblé » pour faire directement des opérations avec des entiers codés sur 4 bits. Il pouvait par exemple additionner directement deux entiers codés sur 4 bits en un seul cycle d’horloge et fournir un résultat également codé sur 4 bits :



Bien sûr, dès que les fabricants en ont été capables, ils se sont mis à construire des processeurs 8 bits, puis 16 bits, 32 bits et aujourd'hui 64 bits.

Ainsi donc, pour un processeur donné, les entiers sont toujours codés avec un nombre fixe de bits. Du coup, pour représenter l’opposé d’un entier, les fabricants ont eu l’idée d’utiliser la technique du « complément à 2^n ».

Principe dans le cas d’un processeur 8 bits :

Cherchons par exemple l’opposé du nombre de 8 bits : A =	0010 1001
On inverse les bits (Complément à 1 de chaque bit) : B =	
On remarque que, quelle que soit la valeur de A, on aura : A+B =	
Si on ajoute 1, on obtiendra donc toujours : A+B+1 =	
Comme on travaille sur 8 bits, on supprime le 9ème bit : A+B+1 =	

Bilan :

Quelle que soit la valeur de A, le nombre B+1 est ce qu’il faut ajouter à A pour obtenir $1\ 0000\ 0000_2 = 2^8$. On appellera donc ce nombre « complément à 2^8 » de A.

Mathématiquement : $A + (B+1) = 1\ 0000\ 0000_2$.
Mais pour un processeur 8 bits, le 9ème bit « n’existe pas » et le calcul s’écrit : $A + (B+1) = 0000\ 0000_2$.
Pour déterminer l’opposé de A, on calculera donc B+1.

Les circuits du processeur qui permettent de faire des additions vont ainsi pouvoir être utilisés aussi pour les soustractions ! (soustraction = addition avec l’opposé)

Dans les exercices :

Ex 1 : Déterminer l'opposé de l'entier signé sur 8 bits : $1000\ 0111_2$.

Le bit de poids fort est 1 donc le nombre est négatif.

Déterminons son opposé :

Nombre de départ : 1000 0111

On inverse les bits (Complément à 1) :

On ajoute 1 :

Conversion en base 10 :

Bilan : $1000\ 0111_2$ correspond à

Ex 2 : Déterminer l'opposé de l'entier signé sur 8 bits : $0100\ 0111_2$.

Le bit de poids fort est 0 donc le nombre est positif.

Conversion en base 10 :

Bilan : $0100\ 0111_2$ correspond à

Ex 3 : Écrire −13 en binaire signé sur 8 bits :

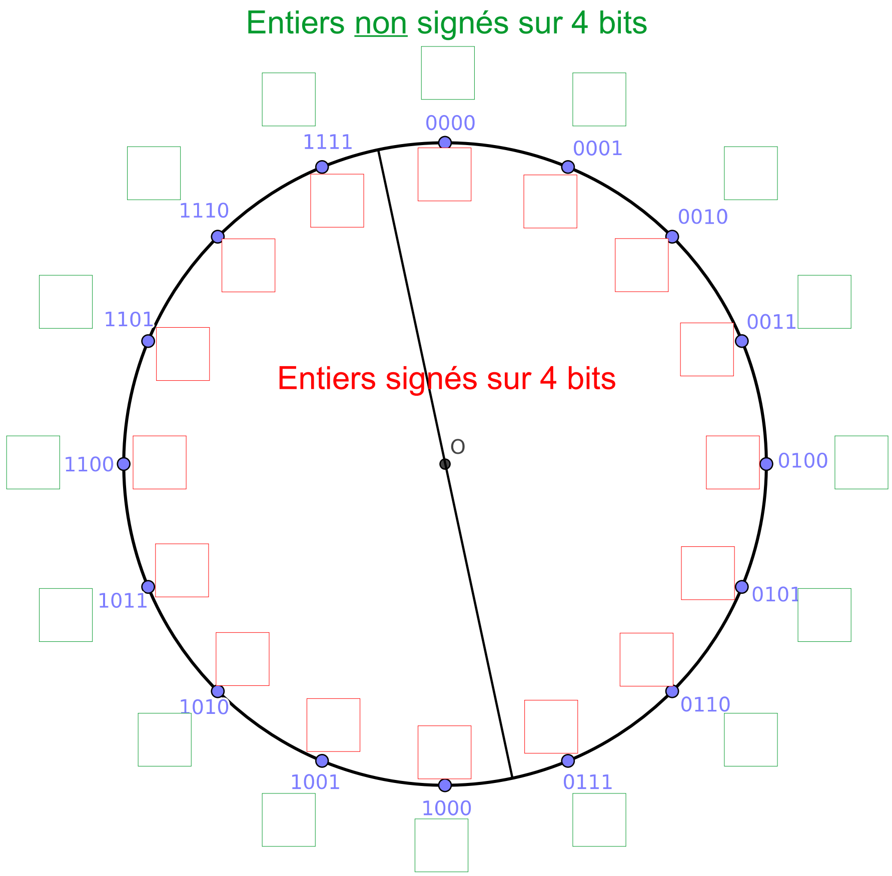
On converti +13 en binaire : 0000 1101

On inverse les bits (Complément à 1) :

On ajoute 1 :

Bilan : -13 s'écrit en binaire

II) Roue des entiers sur 4 bits



Remarques :

- Le bit « de poids fort » d'un entier signé permet de déterminer son signe
- Sur n bits, on peut coder les entiers non signés de 0 à ________
  et les entiers non signés de ________ à ________